

CARACTERISTICAS GENETICAS HEMATOLOGICAS
DE LA POBLACION MEXICANA*

DR. RUBÉN LISKER**

EN 1873, cuando esta corporación tomó el nombre de Academia de Medicina de México, decidió hacer indefinido el número de socios correspondientes para que "diseminados en la extensión de nuestro vasto territorio, enviaran noticias del clima de los lugares que habitan, de su inexplorada flora y de su desconocida fauna; hicieran conocer las aguas medicinales y las enfermedades endémicas, y se pudiera con el tiempo, formar la geografía médica de nuestro país".¹

Este último objetivo es en verdad importante, pero creemos que debe ampliarse más aún y que es necesario obtener información no sólo acerca de las enfermedades sino también sobre la estructura hereditaria de los distintos grupos que habitan México. El conocimiento de dicha estructura permite entender los fenómenos de variabilidad y adaptabilidad humanas y ayuda a planear los programas de salud pública. Por tales motivos, creímos pertinente presentar como trabajo de ingreso a esta Academia, los resultados resumidos de una serie de estudios que sobre las *características genéticas hematológicas de la población mexicana* venimos realizando desde hace 6 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Según el censo de 1950, existen en México 2.5 millones de indígenas (mayores de 5 años) que hablan alrededor de 50 lenguas y que Swadesh ha agrupado en cinco grupos principales.² El propósito inicial de nuestra investigación es el de estudiar a varios representantes, con habitats diferentes, de los principales grupos lingüísticos. A la fecha se han estudiado 2,000 sujetos cuya filiación lingüística y

* Trabajo de ingreso a la Academia Nacional de Medicina leído por su autor en la sesión del 7 de julio de 1965. (Este trabajo fue financiado desde 1963 con el donativo HD-00862 de los Institutos Nacionales de Salud de los E.U.A.).

** Del Departamento de Hematología del Instituto Nacional de la Nutrición.

distribución geográfica puede apreciarse en el mapa que aquí aparece. Los relativos al muestreo, manejo de las sangres y técnicas de laboratorio empleados ya han sido descritos en detalle y queremos señalar únicamente que las características investigadas son: 1) los antígenos de grupos sanguíneos A, B, M, N, C, c, D, E, e, P, Kell, Duffy y Diego; 2) haptoglobinas séricas; 3) transferrinas séricas; 4) grupos gama plasmáticos; 5) pseudocolinesterasa sérica; 6) hemoglobinas anormales; y 7) deficiencia de la glucosa-6-fosfato dehidrogenasa eritrocítica.



Distribución geográfica y filiación lingüística de los grupos estudiados.

Además de los grupos indígenas y por motivos que más adelante examinaremos, se investigaron en forma similar 2,434 mestizos residentes en la Costa Chica de Oaxaca y de Guerrero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grupos Sanguíneos. Los resultados obtenidos en 826 sujetos pertenecientes a 9 grupos lingüísticos coinciden con lo que se ha informado para los amerindios.^{3, 4} Alta frecuencia de los genes O, M, Fy(a) y los cromosomas R₁ (CDe) y R₂ (cDE); baja frecuencia del cromosoma r (cde); ausencia del antígeno Kell y presencia del Diego. El dato de mayor interés antropológico se refiere a este último antígeno ya que se encontró una frecuencia fenotípica mayor del 10% en todas las pobla-

ciones investigadas con excepción de yaquis y tarahumaras en quienes fue de 5.41% y 2.06%, respectivamente. Esta distribución parece adaptarse a un patrón característico de Di(a) en América: frecuencias relativamente elevadas al sur del Trópico de Cáncer y bajas al norte de este paralelo. Lo anterior sugiere que los primeros habitantes de América poseían una frecuencia del antígeno Diego significativamente más elevada que los subsecuentes.

Asimismo conviene recordar los numerosos trabajos recientes (10-18) en que se señala la prevalencia de algunas enfermedades en personas de determinado grupo sanguíneo. Si bien el panorama de esta correlación es aún oscuro, parece sólida la observación de que en todas las latitudes incluyendo a México, los sujetos de grupo sanguíneo A tienen mayor probabilidad de tener carcinoma gástrico y los de grupo O, úlcera duodenal.

Haptoglobinas y transferrinas séricas. Las haptoglobinas son proteínas plasmáticas cuya función conocida es la de combinarse con la hemoglobina cuando está libre en el plasma. Smithies en 1955¹⁹ señaló que era posible distinguir 3 patrones de haptoglobinas que representan la expresión fenotípica de dos genes aleles llamados Hp₁ y Hp₂. Estudios posteriores han mostrado la existencia de genes mutantes como el Hp₂M, muy raro en caucasoides y mongoloides y frecuentes entre los negroides.²⁰

La distribución geográfica no es aún bien conocida pero parece que el gen Hp₁ tiene su máxima frecuencia en Africa y la más baja en Asia, particularmente en la India.²¹ En los amerindios se han encontrado cifras bastante variables aún cuando con tendencia a frecuencias elevadas.^{22, 23} Únicamente hemos estudiado un grupo indígena al respecto, el mazateco, que mostró una frecuencia alta de Hp₁ (0.647). El hallazgo de un sujeto con haptoglobina 2-1M en este grupo sugiere que la mezcla de negros con nuestros indígenas pudiera estar más diseminada de lo que generalmente se supone.

Las transferrinas del plasma tienen como principal función la de acarrear el hierro. A la fecha se han descrito cuando menos 13 variantes genéticas y de ellas, la llamada C es la más común ya que predomina en todas las poblaciones investigadas hasta ahora.²⁴

La distribución geográfica de transferrinas es poco conocida y sólo es de interés mencionar que la variante D_{Chi} es aparentemente un marcador del grupo mongoloide.²⁵ En los 136 mazatecos no hubo ningún hallazgo especial a este respecto.

Grupos gama. Desde 1956²⁶ se describió la existencia de variabilidad genéticamente condicionada de estas proteínas. Se conocen numerosos fenotipos determinados por una serie de genes aleles. En términos generales las poblaciones caucásicas poseen los genes Gm^a, Gm^b, y Gm^{ax}; las mongoloides tienen un gen Gm^{ab} en lugar del Gm^b mientras que las negroides poseen únicamente el gen Gm^{ab}.²⁷

Recientemente se ha señalado que las poblaciones negras poseen además el gen Gm^{abc} .²⁸

Los estudios en amerindios son escasos y lo sobresaliente es un hallazgo reciente de investigadores venezolanos que encontraron una frecuencia inusualmente alta de Gm^{ax} en una tribu de Venezuela, planteando así la posibilidad de que este gen se convierta en un marcador indígena importante.²⁹ Nuestros estudios iniciales de 299 indígenas, no confirman este hallazgo pero no son aún lo suficientemente amplios como para permitir conclusiones definitivas al respecto.

Pseudocolinesterasa sérica. A la fecha se han descrito cuatro genes aleles que determinan la variedad de pseudocolinesterasa sérica.³⁰ Aquellos individuos que poseen la pseudocolinesterasa llamada atípica son muy sensibles a la administración de la succinilcolina y presentan apneas prolongadas que incluso pueden ser mortales.

La frecuencia de la enzima atípica parece ser uniforme en todas las poblaciones estudiadas,^{31, 32} incluyendo los indígenas mexicanos de los cuales hemos ya estudiado alrededor de 900. Como los homocigotos para ella tienen una frecuencia aproximada de 1 por cada 3,000 sujetos, es recomendable que todo sujeto que presente apnea prolongada después de recibir succinilcolina, deba ser sometido a un estudio familiar completo a fin de evitar el uso de la droga en los sujetos que posean la variedad atípica.

Hemoglobinas anormales y deficiencia en la glucosa-6-fosfato dehidrogenasa eritrocítica (G-6-FD). A partir de 1949, año en que Pauling y colaboradores³⁵ mostraron que la movilidad electroforética de la hemoglobina presente en sujetos con anemia africana era diferente a la del sujeto normal, se ha multiplicado el número de variantes hemoglobínicas. Se han descrito más de 20 y debe recordarse que algunas de ellas son muy frecuentes en ciertas poblaciones y sirven como marcadores antropológicos.³⁶ La deficiencia en G-6-FD eritrocítica está también genéticamente condicionada y se traduce en los cuadros clínicos de favismo y sensibilidad exagerada a muchas drogas, entre ellas la primaquina.³⁷ Su frecuencia es elevada en las poblaciones mediterráneas y africanas.³⁸

Los resultados de nuestros estudios al respecto se pueden observar en la tabla 1. En 2,000 sujetos se encontraron seis con hemoglobinas anormales: dos nahuas de Puebla con hemoglobina México, una mazateco de Oaxaca con hemoglobina Guelatao, un chol con hemoglobina Chiapas y dos chontales de Tabasco con hemoglobina S. De los 1,409 varones examinados para la deficiencia en G-6-FD eritrocítica, ocho fueron anormales: cuatro nahuas de Veracruz, 2 chontales de Tabasco y 2 mixtecos residentes de la Costa Chica.

Las características clínicas, hematológicas, genéticas y bioquímicas de las hemoglobinas México Guelatao y Chiapas ya han sido descritas en forma extensa^{39, 41} y

TABLE 1

HEMOGLOBINAS ANORMALES Y DEFICIENCIA EN LA GLUCOSA-6-FOSFATO DEHIDROGENASA ERITROCITICA EN MEXICO

Grupo	No.	Drepanocitosis No. +	Hb. anormales electroforesis	No.	Deficiencia en G-6-PD anormales
Nahua	356	0	2 (A + Mexico)	351	303
Tarahumara	99	0	0	99	48
Yaqui	96	0	0	79	20
				70	4
Tarasco	133	0	0	133	78
Mixteco	154	0	0	154	10
Mazateco	138	0	1 (A + Guelatao)	138	0
Zapoteco	111	0	0	111	0
Chinanteco	21	0	0	21	0
Popoloco	17	0	0	17	0
Maya	266	0	0	46	26
Tzeltal-Tzotzil	163	0	0	32	14
Chol	152	0	0	152	28
Chontal	99	2	1 (A + Chiapas)	99	0
Totonaco	86	0	2 (A + S)	99	0
Huasteco	77	0	0	86	0
Mixe	32	0	0	77	5
				32	0

para los propósitos del presente trabajo creemos sea suficiente el señalar que no tienen traducción clínica aparente en el estado heterocigótico y que parece cada una estar confinada a una sola familia. Hasta ahora tenemos la impresión de que estas mutantes constituyen ejemplos de variabilidad normal sin importancia médica o antropológica.

La baja frecuencia de hemoglobina S y de deficiencia en la G-6-FD eritrocítica, vista en los indígenas mexicanos va de acuerdo con lo que se ha descrito previamente en los amerindios.^{22, 42, 48} Además, debe hacerse notar que todos los casos con estas anomalías se encontraron en las zonas costeras de México, donde, por datos históricos, sabemos que desde la Conquista fue traído un número considerable de esclavos africanos.⁴⁹

En 1962 la Comisión Nacional para la Erradicación del Paludismo planteó la necesidad de llevar a cabo un tratamiento en masa con primaquina en la Costa Chica. Ello creó la necesidad de averiguar si el hallazgo de 2 indígenas con la deficiencia enzimática representaba la existencia de un problema generalizado. Con este fin se realizó una encuesta amplia que permitió observar que en un municipio hasta el 7.25% de los varones tenían la deficiencia.⁵⁰ Un resumen de los resultados se puede observar en la tabla 2, en la que además se anota la distribución de hemoglobina S en la zona.

TABLA 2

FRECUENCIA DE DEFICIENCIA EN GLUCOSA-6-FOSFATO DEHIDROGENASA ERITROCITICA Y HEMOGLOBINA S EN LA COSTA CHICA

<i>Municipio</i>	<i>No. de casos</i>	<i>por ciento G-6-F-D</i>	<i>por ciento Hb. S</i>
Xochistlahuaca	41	0.0	0.0
Tlaxiaco	50	0.0	0.0
Jamiltepec	64	3.1	0.0
Miahuatlán	11	0.0	0.0
Coyuca	15	6.6	0.0
San Marcos	50	2.0	8.0
Acapulco	119	1.6	10.0
Juquila (S. Pedro Mixtepec)	235	2.1	2.5
Ometepec	317	2.9	4.1
Cuajinicuilapa	496	7.2	11.8
Candelaria (Pochutla)	647	0.0	0.4

En Xochistlahuaca, Tlaxiaco y Jamiltepec, se muestrearon indígenas supuestamente puros. Los de Jamiltepec son Mixtecos. En el resto de los municipios el muestreo fue al azar.

Los hallazgos, además de cumplir en proporcionar la información deseada, sugirieron que la presencia de la deficiencia enzimática en esta región se debe a mezcla variable con sujetos de la raza negra.⁵² Parece probable que la misma de la deficiencia en zona palúdica. Esta impresión se basó en que la frecuencia de

paludismo es igual en toda la zona estudiada y en cambio la distribución del efecto varió en forma importante en zonas cercanas. Para reforzar dicha impresión se realizó una segunda encuesta en que se estudiaron únicamente las poblaciones de Cuajinicuilapa, Ometepec, San Pedro Mixtepec y Pochutla, como representantes de sitios con frecuencia elevada, intermedia y baja de las anomalías en estudio. En cada una de estas poblaciones se corroboró la exactitud de los datos obtenidos en la primera encuesta y se investigó la distribución de otras características negroides: el antígeno V,⁵¹ la haptoglobina 2-1M y el factor Gm(c). Los resultados (tabla 3) mostraron un gran paralelismo en la distribución de todas las características negroides investigadas sugiriendo así, fuertemente, que la presencia de hemoglobina S y de deficiencia en la G-6-FD eritrocítica en esta zona se debe a mezcla variable con sujetos de la raza negra.⁵² Parece probable que la misma explicación sea cierta para explicar los hallazgos ocasionales de ambas anomalías en indígenas de la costa del Golfo de México.

TABLA 3

DISTRIBUCION DE EFICIENCIA EN G-6-FD ERITROCITICA, HEMOGLOBINA S, ANTIGENO V, HAPTOGLOBINA 2-1M Y FACTOR Gm(c) EN 4 POBLACIONES DE LA COSTA CHICA

Población	Frecuencia fenotípica de				
	G-6-FD	Hb. S	Antígeno V	2-1M Haptoglobina	Gm(c)
San Pedro Mixtepec	0.2 (346)	10.0 (418)	23.7 (156)	2.1 (91)	11.1 (63)
Cuajinicuilapa	6.2 (418)	10.0 (418)	23.7 (156)	2.1 (91)	11.1 (63)
Ometepec	2.2 (405)	4.1 (406)	14.4 (159)	1.0 (94)	2.4 (82)
San Pedro Mixtepec	1.7 (335)	2.6 (335)	8.1 (61)	0.0 (100)	2.1 (94)
Pochutla	0.2 (346)	0.0 (346)	2.0 (146)	0.0 (96)	2.2 (88)

Los números entre paréntesis se refieren al número de sujetos estudiados.

En este trabajo hemos presentado en forma muy resumida los resultados de una serie de investigaciones sobre algunas características genéticas hematológicas de la población mexicana. Esperamos que además de haber logrado mostrar la proyección multidisciplinaria de este tipo de proyectos, pueda ser considerado como aportación al objetivo planteado en est misma Academia hace 92 años, de conocer la geografía médica de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

1. Directorio de la Academia Nacional de Medicina de México, 1965, pp. 5.
2. Swadesh, M.: *Indian linguistic groups of Mexico*, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, 1959.
3. Artega, C., Salazar-Mallén, M., Ugalde, E. y Vélez-Orozco, A.: *Blood agglutinogens of the Mexicans*. Ann. Eug. 16: 351, 1962.

4. Mourant, A.: *The distribution of human blood groups*. Blackwell Scientific Publications Oxford, 1954.
5. Matson, A. y Swanson, J.: *Distribution of hereditary blood antigens among the Maya and Non-Maya Indians in Mexico and Guatemala*. Am. J. Phys. Anthropol. 17: 49, 1959.
6. Salazar-Mallén, M. y Arias, J.: *Inheritance of Diego blood group in Mexican Indians*. Science 130: 164, 1959.
7. Layrisse, M. y Wilbert, J.: *El antígeno del sistema sanguíneo Diego*. Ed. Sucre, Caracas 1960.
8. Tejada, C., Sánchez, M., Guzmán, M., Bregni, E. y Scrimshaw, N.: *Distribution of blood antigens among Guatemalan Indians*. Hum. Biol. 33: 319, 1961.
9. Rodríguez, H., Rodríguez, E., Loría, A. y Lisker, R.: *Studies on several genetic hematological traits of the Mexican population. V. Distribution of blood group antigens in Nahuas, Yaquis, Tarahumaras, Tarascos and Mixtecos*. Hum. Biol. 35: 350, 1963.
10. Aird, I., Bentall, H., Mehigab, J. y Roberts, J.: *The blood groups in relation to peptic ulceration and carcinoma of colon, rectum, breast and bronchus*. Brit. Med. J. 2: 315, 1954.
11. Brown, P., Melrose, A. y Wallace, J.: *The blood groups in peptic ulceration*. Brit. Med. J. 2: 135, 1956.
12. Clarke, C., Edwards, W., Haddock, D., Howell-Evans, A., MacConnell, R. y Sheppard, P.: *ABO blood group in duodenal ulcer*. Brit. Med. J. 2: 725, 1956.
13. Hogg, L. y Pack, G.: *The controversial relationship between blood group A and gastric carcinoma*. Gastroenterology 32: 797, 1957.
14. McConnell, R.: *Blood groups and disease. A promising field of medical research*. Eug. Rev. 4: 197, 1957.
15. Roberts, J.: *Blood groups and susceptibility to disease, a review*. Brit. J. Prev. Soc. Med. 11: 107, 1957.
16. Eisenberg, H., Greenberg, R. y Yesner, R.: *ABO blood groups and gastric cancer*. J. Chron. Dis. 8: 342, 1958.
17. Moniwa, H.: *Statistical studies on the correlation between the ABO blood groups and gastric cancer*. J. Chron. Dis. 8: 342, 1958.
18. Lisker, R., Taboada, C. y Reyes, J.: *Distribution of the ABO blood groups in peptic ulcer, gastric carcinoma and liver cirrhosis in a Mexican population*. Vox Sang. 9: 202, 1964.
19. Smithies, O.: *Zone electrophoresis in starch gels: group variations in the serum proteins of normal human adults*. Biochem. J. 61: 629, 1955.
20. Giblett, E. y Steinberg, A.: *The inheritance of serum haptoglobin types in American Negroes Evidence for a third allele Hp2M*. Am. J. Hum. Genet. 12: 160, 1960.
21. Giblett, E.: *Haptoglobin: a review*. Vox Sang. 6: 513, 1961.
22. Sutton, H., Matson, A., Robinson, A. y Koucky, R.: *Distribution of haptoglobin, transferrin and hemoglobin types among Indians of Southern Mexico and Guatemala*. Am. J. Hum. Genet. 12: 338, 1960.
23. Arends, T. y Gallango, M.: *Frecuencia de haptoglobinas en varias poblaciones suramericanas*. Acta Cient. Ven. 13: 116, 1962.
24. Giblett, E.: *The serum haptoglobins and transferrins*. Proc. 8th. Int. Soc. Blood Transf. Tokyo, 1960, pp. 374, 1962.
25. Arends, T. y Gallango, M.: *Transferrins in Venezuelan Indians: high frequency of a slow-moving variant*. Science 143: 1964.
26. Grubb, R.: *Hereditary gamma globulin groups in man in Biochemistry of Human Genetics*. J. A. Churchill Ltd London, 1959.
27. Vog, G., Kirk, R. y Steinberg, A.: *The distribution of the gamma globulin types Gm(a), Gm(b), Gm(x) and Gm-like in South and Southeast Asia and Australia*. Am. J. Hum. Genet. 15: 1963.
28. Steinberg, A., Giles, B. y Stanger, R.: *Gm-like factor present in negroes and rare or absent in white: its relation to Gm(a) and Gm(x)*. Am. J. Hum. Genet. 12: 44, 1960.
29. Gallango, M. y Arends, T.: *Incidence of Gm^a and Gm^x genes among Venezuelan Indians and mestizos*. Hum. Biol. 35: 361, 1963.

30. Motulsky, A.: *Pharmacogenetics*, in Steinberg, A. *Progress in Medical Genetics* Vol. III. Grune and Stratton, New York, 1964.
31. Kattamis, Ch., Zannos, Mariolea, L., Franco, A., Liddell, J., Lehmann, H. y Dacies, D.: *Frequency of atypical pseudocholinesterase in British and Mediterranean populations*. *Nature* 196: 598, 1962.
32. Goedde, H. y Altland, K.: *Pseudocholinesterase variants in Germany and Czechoslovakia*. *Nature* 198: 1203, 1963.
33. Horsfall, W., Lehmann, H. y Dacies, D.: *Incidence of pseudocholinesterase variants in Australian aborigines*. *Nature* 199: 1115, 1963.
34. Lisker, R., del Moral, C. y Loria, A.: *Frequency of the atypical pseudocholinesterase in four Indian (Mexican) tribes*. *Nature* 202: 815, 1964.
35. Pauling, L., Itano, H., Singer, S. y Wells, I.: *Sicke cell anemia, a molecular disease*. *Science* 110: 534, 1949.
36. Lehmann, H.: *Distribution of variations in human abnormal hemoglobin synthesis*, in Jonxis, J. y Delafresnaye, J. *Abnormal Hemoglobins*, Ch. C. Thomas, Springfield, Ill. 1959.
37. Beutler, E.: *The hemolytic effect of primaquine and related compounds: a review*. *Blood* 14: 103, 1959.
38. Motulsky, A. y Campbell-Kraut, J.: *Population genetics of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency of the red cell*, in Bumberg, B. *Genetic polymorphisms and geographic variations in disease*. Grune and Stratton, New York, 1961.
39. Lisker, R., Ruiz-Reyes, G. y Loria, A.: *Studies on several genetic hematologic characteristics of the Mexican population. IV. The finding a fast hemoglobin component (hemoglobin Mexico) in an Indian family*. *Blood* 22: 342, 1963.
40. Jones R., Koler, R. y Lisker, R.: *The chemical structure of hemoglobin Mexico determined by automatic peptide chromatography and subunit hybridization*. *Clin. Res.* 11: 105, 1963.
41. Lisker, R., Zárate, G. y Loria, A.: *Studies on several genetic hematological traits of Mexicans, IX Abnormal hemoglobins and erythrocytic glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in several Indian tribes*. Por publicarse.
42. Rucknagel, D.: *Paper electrophoretic survey of hemoglobins of American Indians*, J. Lab. Clin. Med. 49: 896, 1957.
43. Pollitzer, W., Chernoff, A., Horton, L. y Froehlich, M.: *Hemoglobin patterns in American Indians*. *Science*, 129: 216, 1959.
44. Scott, E., Griffith, I., Hoskins, D. y Scheider, R.: *Lack of abnormal hemoglobins in Alaskan Eskimos, Indians and Aleuts*. *Science* 129: 719, 1959.
45. Eisen, B. y Abildgaard, C.: *Hemoglobin electrophoretic pattern and blood groups of San Blas Indians*. *Vox Sang.* 5: 560, 1960.
46. Tondo, C. y Salzano, F.: *Hemoglobin Types of the Caingang Indians of Brazil*. *Science* 132: 1893, 1960.
47. Arends, T.: *Frecuencia de hemoglobinas anormales en poblaciones humanas suramericanas*. *Acta Cient. Ven. Suppl.* 1: 46, 1963.
48. Lisker, R.: *Estudios sobre algunas características genéticas hematológicas de la población mexicana. II. Hemoglobinas anormales en 7 grupos indígenas y algunos mestizos*. *Gac. Méd. Méx.* 93: 289, 1963.
49. Aguirre-Beltrán, G.: *La población negra en México*. México, Ed. Fuente Cultural, México, 1946.
50. Lisker, R., Loria, A., Ibarra, S. y Sánchez-Medal, L.: *Estudios sobre las características hematológicas en la Costa Chica de Oaxaca y Guerrero*. *Salud Publ. Mex.* 7: 45, 1965.
51. Giblett, E., Chase, J. y Motulsky, A.: *Studies on anti-V, a recently discovered Rh antibody*. *J. Lab. Clin. Med.* 49: 433, 1957.
52. Lisker, R., Loria, A. y Córdova, S.: *Studies on several genetic hematological traits of the Mexican population. VIII. Hemoglobin S, Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and other characteristics in a malarial region*. *Am. J. Hum. Genet.* 17: 179, 1965.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere hacer constar que los estudios realizados en este trabajo, hubieran sido imposibles sin la colaboración de diversas instituciones. Aún a riesgo de no ser completo, deben mencionarse: la Comisión Nacional para la Erradicación del Paludismo, el Comité Regional de Educación Fundamental para la América Latina, el Instituto Nacional Indigenista, los Internados Indígenas de la Secretaría de Educación Pública y los Servicios Coordinados de la Secretaría de Salubridad y Asistencia de distintas entidades federativas. Por último, hay que señalar que tanto en la planeación como en el desarrollo de esta investigación han participado activamente numerosos miembros del Departamento de Hematología del Instituto Nacional de la Nutrición, en particular el Q.B.P. Alvar Loría Acereto y el Dr. Luis Sánchez Medal.