

## DISTANCIAS GENICAS ENTRE ALGUNOS GRUPOS INDIGENAS MEXICANOS

Carlos Zavala\*  
Silvia Alatorre\*\*  
Rubén Lisker\*\*\*

De acuerdo a la definición más ampliamente aceptada de especie, un grupo de individuos que potencialmente pueden aparearse y producir descendientes fértiles, todos los seres humanos pertenecemos a la misma especie.

Sin embargo, el apareamiento entre los humanos, en la práctica, ha estado limitado por barreras geográficas, sociales, religiosas y psicológicas durante milenios. Como resultado de estas restricciones se ha desarrollado una variedad de grupos locales, parcialmente diferenciados, a los que se les ha denominado razas.<sup>1</sup> Dobshansky define las razas como "poblaciones que difieren en la frecuencia de algunos genes" y Laughin agrega: "son grupos humanos en los que el intercambio de genes ha estado restringido por algún tiempo".<sup>2</sup>

Las diferencias en las poblaciones radican precisamente en la diferencia en las frecuencias de estos genes y no en los genes en sí. Es decir, el gen A del sistema ABO de grupos sanguíneos que tenga un individuo determinado no es diferenciable del gen A que tenga otro sujeto de alguna otra población.

Una vez obtenidas las frecuencias génicas de diversos grupos humanos, es posible realizar un análisis filogenético de ellos, que permite establecer similitudes y diferencias, así como su inter-relación, ligándolas con un posible origen común. En este sentido, Cavalli-Sforza y Bodmer<sup>3</sup> estudiaron las distancias génicas basadas en cinco grupos sanguíneos, de tres poblaciones de cada continente seleccionadas por amplia separación entre ellas. Estos autores encontraron una relación cercana entre los datos obtenidos por las distancias génicas y las probables rutas de migración en la historia de la humanidad.

Con el objeto de averiguar si las distancias génicas son de utilidad también para ligar o separar poblaciones cuando las diferencias entre ellas no son tan grandes, se obtuvieron las distancias génicas de 23 comunidades indígenas mexicanas, basadas en las

\* División de Investigación en Genética Humana. Subjefatura de Investigación. I.M.S.S.

\*\* Area de Bioestadística. Subjefatura de Investigación I.M.S.S.

\*\*\* Departamento de Genética. Instituto Nacional de la Nutrición.

frecuencias génicas de 15 alelos de 6 marcadores genéticos. Los resultados obtenidos son el objeto de este trabajo.

### *Material y Métodos*

Se seleccionaron para esta investigación a los sistemas de los grupos sanguíneos ABO, Rh, MN, Duffy, Diego y a las haptoglobinas, dado que para estos propósitos se requiere que exista variabilidad<sup>3</sup> en los marcadores utilizados. Se encontró información al respecto en 23 poblaciones indígenas.<sup>4</sup>

Las 23 poblaciones se clasificaron de acuerdo a la clasificación lingüística de Swadesh.<sup>5</sup> En el grupo Macrozapoteco quedaron cinco comunidades, incluyendo dos grupos zapotecos de diferentes sitios; en el Macro-maya hubo trece grupos y en el Macro-nahua cinco. En la tabla 1 se puede observar la procedencia de las 23 comunidades, el número de individuos estudiados en cada una (mínimo y máximo, ya que no en todos los marcadores seleccionados se analizó el mismo número de individuos); y el porcentaje de mezcla génica<sup>6</sup> con "españoles", considerando la frecuencia del alelo A del sistema ABO.

Las frecuencias génicas de los marcadores considerados aparecen en la tabla 2. En esta tabla, además de las 23 comunidades indíge-

TABLA 1  
COMUNIDADES INDIGENAS ESTUDIADAS

<i>Nombre</i>	<i>Procedencia</i>	<i>N Min.</i>	<i>N Máx.</i>	<i>% de mezcla génica con españoles gen a</i>	<i>Referencia</i>
Zapoteco 1	Mitla y Tehuantepec, Oax.	80	143	27.40	7
Zapoteco 2	Guelatao, Oax.	102	107	11.64	8
Mazateco	Huautla de Jiménez, Oax.	134	137	10.27	8
Mixteco	Guelatao, Oax.	32	40	32.88	8
Chinanteco	Guelatao, Oax.	18	21	0.00	8
Chontal	Jalpa de Méndez, Tab.	89	152	17.47	8
Chol 1	Salto de Agua, Chis.	54	156	18.49	8
Chol 2	San Cristóbal, Chis.	15	16	23.63	7
Mixe	Guelatao, Oax.	31	32	5.48	8
Tzotzil 1	Chamula, Chilil, Chis.	86	91	0.00	7
Tzotzil 2	San Pablo Chalchihuitlán, Chis.	80	80	2.05	9
Huasteco	Acececa, Ver.	52	76	0.00	8
Totonaco 1	Papantla, Ver.	43	45	11.64	7
Totonaco 2	Zongozotla, Pue.	49	80	20.21	8
Maya	Mérida, Yuc.	67	86	23.63	7
Tzeltal	San Cristóbal, Aguatzenango, Monte Líbano, Chis.	97	111	1.37	7
Lacandón 1	Naja, Lacanja, Chis.	58	61	0.00	10
Lacandón 2	Río Jateté, Mte. Líbano, Chis.	31	33	5.14	7
Nahua 1	San Pablo del Monte, Tlax.	252	257	17.12	11
Nahua 2	Acececa, Ver.	106	141	16.10	8
Nahua 3	Zongozotla, Pue.	32	42	16.78	8
Huichol	Ocota, Jal.	69	72	0.00	8
Cora	La Mesa, Nay.	96	100	5.48	8

TABLA 2

FRECUENCIAS GENICAS DE LAS POBLACIONES ESTUDIADAS

	A	B	O	CDE	CDe	cDE	$c^{De}$	M	N	Fy <sup>a</sup>	Fy <sup>b</sup>	Df <sup>a</sup>	Df <sup>b</sup>	Hp <sup>1</sup>	Hp <sup>2</sup>
Zapoteco 1	.080	.047	.873	0.80	.460	.350	.110	.710	.290	.674	.326	.077	.923	.530	.470
Zapoteco 2	.034	.015	.951	.109	.469	.386	.036	.681	.319	.532	.468	.074	.926	.553	.447
Mazateco	.030	.004	.966	.092	.519	.304	.085	.699	.301	.508	.492	.061	.939	.651	.349
Mixteco	.096	.058	.846	.152	.489	.284	.075	.650	.350	.726	.274	.099	.901	.462	.538
Chinanteco	.000	.000	1.000	.177	.407	.295	.121	.700	.300	.613	.387	.106	.894	.642	.358
Chontal	.051	.016	.933	.049	.476	.366	.109	.693	.307	.670	.330	.101	.899	.569	.431
Chol 1	.054	.004	.942	.022	.472	.422	.084	.701	.299	.716	.284	.067	.933	.548	.452
Chol 2	.069	.000	.931	.075	.392	.291	.242	.867	.133	.484	.516	.144	.856	.690	.310
Mixe	.016	.016	.968	.136	.509	.284	.071	.742	.258	.525	.475	.120	.880	.643	.357
Tzotzil 1	.000	.011	.989	.056	.510	.378	.056	.747	.253	.704	.296	.079	.921	.600	.400
Tzotzil 2	.006	.000	.994	.014	.429	.505	.052	.569	.431	.776	.224	.099	.901	.675	.325
Huasteco	.000	.059	.941	.038	.510	.394	.058	.753	.247	.674	.326	.036	.964	.519	.481
Totonaco 1	.034	.011	.955	.043	.490	.368	.099	.867	.133	.789	.211	.111	.889	.570	.430
Totonaco 2	.059	.000	.941	.045	.562	.347	.046	.791	.209	1.000	.000	.042	.958	.596	.404
Maya	.069	.022	.909	.000	.515	.381	.104	.694	.306	.654	.346	.136	.864	.520	.480
Tzeltal	.004	.000	.996	.000	.514	.423	.058	.797	.203	.608	.392	.051	.949	.600	.400
Lacandón 1	.000	.000	1.000	.031	.502	.435	.032	.563	.437	.776	.224	.087	.913	.922	.078
Lacandón 2	.015	.000	.985	.000	.348	.652	.000	.818	.182	.826	.174	.184	.816	.930	.070
Nahua 1	.050	.000	.946	.040	.602	.323	.035	.692	.308	.784	.216	.056	.944	.548	.452
Nahua 2	.047	.004	.949	.007	.568	.389	.036	.769	.231	.643	.357	.073	.927	.443	.557
Nahua 3	.049	.000	.951	.085	.610	.256	.049	.756	.244	.844	.156	.032	.968	.500	.500
Huichol	.000	.000	1.000	.029	.485	.381	.105	.746	.254	.682	.318	.227	.773	.442	.558
Cora	.016	.000	.984	.009	.533	.397	.061	.760	.240	.848	.102	.128	.872	.400	.600
Amerindio	.000	.000	1.000	.040	.600	.323	.037	.780	.220	.800	.200	.080	.920	.530	.470
Español	.292	.068	.640	.000	.470	.113	.417	.526	.474	.399	.601	.000	1.000	.400	.600
Australiano	.220	.000	.780	.021	.564	.201	.214	.256	.744	1.000	.000	.000	1.000	.200	.800
Africano	.178	.114	.708	.000	.047	.082	.871	.518	.482	.061	.939	.000	1.000	.700	.300

nas, aparecen cuatro poblaciones "hipotéticas": amerindios, españoles, aborígenes australianos y africanos. Estas frecuencias corresponden a cifras promedio de diferentes estudios, informados en la literatura. Las cifras de los sistemas ABO, Rh y MN se obtuvieron de Mourant,<sup>12</sup> las de Duffy y Diego de Layrisse et al,<sup>13</sup> y las de haptoglobinas de Gibblet.<sup>14</sup>

En relación a los cálculos matemáticos, las distancias génicas se midieron usando la transformación angular sugerida por Cavalli-Sforza y Bodmer.<sup>3</sup> Estos autores definen la distancia génica  $d'$  y el coeficiente de hermandad  $f'$  (kinship coefficient) entre dos poblaciones A y B, para cada marcador, de la siguiente manera:

$$d' = \sqrt{1 - \frac{k}{\sum_{i=1}^k \sqrt{P_{iA} P_{iB}}}} \quad \text{y} \quad f' = \frac{4 (d')^2}{k-1}$$

donde  $k$  es el número de alelos del marcador y  $P_{iA}$  y  $P_{iB}$  son las frecuencias génicas de A y B en el  $i$ -ésimo alelo.

La distancia génica  $d$  y el coeficiente de hermandad  $f$  entre las dos poblaciones, considerando todos los marcadores, se han definido aquí como:

$$d = 100 \sum d' \quad \text{y} \quad f = \frac{400 \sum (d')^2}{\sum (k-1)}$$

Ambos valores,  $d$  y  $f$ , expresan el alejamiento entre las dos poblaciones, pero con diferencias importantes. La primera,  $d$ , es proporcional al tiempo de evolución si se supone que las causas de diferenciación a partir del origen común son únicamente diferencias locales de selección natural, mientras que en la segunda,  $f$ , esta proporcionalidad se encuentra cuando se suponen diferencias debidas únicamente a deriva génica. Es importante señalar que si se quiere comparar los valores de " $d$ " o de " $f$ " obtenidos aquí con los de otros estudios, éstos deben haber sido calculados con las frecuencias génicas de precisamente los mismos alelos que se utilizaron en este trabajo.

### Resultados

En la tabla 3 se informan las distancias génicas ( $d$ ) de las 23 comunidades indígenas y de los grupos de amerindios, españoles, aborígenes australianos y africanos. En la tabla 4 están los coeficientes de hermandad ( $f$ ) presentados en forma análoga.

Dado que consideramos que el modelo simple de deriva génica es el más apropiado para expresar la realidad entre los grupos indígenas, se utilizó el coeficiente de hermandad para construir un es-

TABLA 3

DISTANCIAS GENICAS (d) ENTRE LAS POBLACIONES ESTUDIADAS

	Zapoteco 1	Zapoteco 2	Mazateco	Mixteco	Chinanteco	Chontal	Chol 1	Chol 2	Mixe	Tzotzil 1	Tzotzil 2	Huasteco	Totonaco 1	Totonaco 2	Maya	Tzeltal	Lacandón 1	Lacandón 2	Nahua 1	Nahua 2	Nahua 3	Huichol	Cora	Amerindio	Español	Australiano	Africano	
Zapoteco 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Zapoteco 2	35.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mazateco	42.78	25.58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mixteco	28.55	48.68	61.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chinanteco	53.30	47.80	38.04	61.46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chontal	19.77	31.07	37.01	39.49	44.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chol 1	29.07	36.57	41.13	48.03	58.04	21.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chol 2	74.79	70.64	52.81	93.17	64.74	64.98	74.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mixe	48.86	30.39	23.26	54.99	32.64	41.54	57.17	51.79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tzotzil 1	40.48	42.64	44.50	58.61	41.21	34.91	34.64	80.96	41.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tzotzil 2	69.56	66.80	25.58	48.68	47.80	52.38	46.82	90.06	88.48	47.96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Huasteco	40.47	50.36	57.63	62.89	64.21	42.92	40.58	96.37	58.40	38.21	69.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Totonaco 1	46.74	54.95	59.23	60.47	65.65	30.88	37.60	59.57	54.98	42.91	56.87	55.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Totonaco 2	85.65	88.39	83.96	99.50	102.98	79.08	67.75	105.84	95.20	72.32	90.02	80.71	68.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Maya	35.77	50.65	60.39	53.17	67.85	27.55	33.13	75.20	60.68	57.08	64.47	54.17	53.27	96.87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tzeltal	64.72	57.69	52.37	90.89	55.34	54.10	46.24	76.07	60.16	41.05	53.85	48.75	58.17	78.08	52.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Lacandón 1	93.14	87.30	85.48	96.75	73.28	80.37	74.95	118.39	91.34	82.98	37.64	86.31	84.47	111.13	96.46	81.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Lacandón 2	121.62	118.91	115.41	131.42	112.68	107.12	100.35	111.68	109.82	96.89	79.56	116.95	86.65	116.18	106.42	90.03	64.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Nahua 1	40.14	39.68	44.26	50.13	65.47	33.31	20.29	88.51	60.79	40.95	39.68	46.50	39.20	55.45	46.89	55.40	71.03	98.93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Nahua 2	44.16	45.77	53.01	58.62	70.25	39.77	30.22	79.40	60.40	45.71	45.77	43.88	51.03	76.42	38.00	38.92	90.68	102.08	36.87	—	—	—	—	—	—	—	—	
Nahua 3	55.67	61.09	59.40	59.58	76.32	56.74	45.68	91.66	67.94	54.50	61.09	51.89	52.03	50.18	70.64	67.96	94.84	105.10	30.80	49.91	1	—	—	—	—	—	—	
Huichol	58.81	69.99	72.63	70.04	53.67	48.54	51.14	85.19	64.68	48.21	69.99	51.77	57.61	103.52	53.85	58.15	84.97	100.83	66.56	48.71	1	71.58	—	—	—	—	—	
Cora	78.67	83.71	87.27	82.33	87.50	68.11	59.80	101.70	82.82	65.95	83.71	72.83	60.72	73.51	63.74	67.25	97.83	95.71	62.35	49.82	2	61.02	57.77	—	—	—	—	
Amerindio	55.32	58.30	63.97	67.64	53.82	53.12	45.04	93.82	63.58	39.94	51.09	44.21	41.25	64.04	65.00	46.42	60.77	88.60	30.06	45.81	1	39.62	45.00	53.74	—	—	—	
Español	117.91	125.31	124.48	118.55	152.66	126.43	128.21	137.50	140.52	153.57	158.64	136.52	155.70	178.36	119.70	143.12	180.20	122.91	136.40	126.84	4	141.21	151.62	157.46	162.20	—	—	—
Australiano	158.05	178.26	177.37	156.13	192.59	160.92	153.73	195.01	194.40	181.67	169.58	174.63	169.97	121.24	163.56	186.28	194.10	230.52	149.07	162.93	3	139.64	181.10	152.10	171.50	134.99	—	—
Africano	171.40	176.65	164.83	180.55	187.70	177.19	183.44	172.02	179.09	198.69	187.26	191.78	206.20	226.64	180.20	191.75	211.95	250.69	194.16	199.12	2	205.95	220.83	232.47	220.90	102.06	219.81	—



**TABLA 4**  
**COEFICIENTES DE HERMANDAD (f) ENTRE LAS POBLACIONES ESTUDIADAS**

	Zapoteco 1	Zapoteco 2	Mazateco	Mixteco	Chinanteco	Chontal	Chol 1	Chol 2	Mixe	Tsotzil 1	Tsotzil 2	Huasteco	Totonaco 1	Totonaco 2	Maya	Tzeltal	Lacandón 1	Lacandón 2	Nahua 1	Nahua 2	Nahua 3	Huichol	Cora	Amerindio	Español	Australiano	Africano
<b>Zapoteco 1</b>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Zapoteco 2</b>	1.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Mazateco</b>	1.97	0.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Mixteco</b>	0.75	2.30	3.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Chinanteco</b>	3.87	2.44	1.69	4.92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Chontal</b>	0.45	1.25	1.31	1.70	2.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Chol 1</b>	1.19	1.93	2.13	2.81	3.92	0.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Chol 2</b>	4.31	4.72	2.82	7.04	3.95	3.47	4.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Mixe</b>	2.10	0.86	0.56	3.11	1.29	1.63	3.07	2.96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Tsotzil 1</b>	2.60	1.91	2.02	4.09	1.87	1.54	1.87	5.67	1.83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Tsotzil 2</b>	4.54	4.02	0.72	2.30	2.44	2.56	1.83	8.34	4.99	2.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Huasteco</b>	2.47	2.36	3.03	4.06	3.96	2.20	2.30	7.60	3.01	0.85	3.91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Totonaco 1</b>	2.02	3.62	3.61	3.61	4.12	1.49	1.46	4.12	3.30	1.75	4.00	2.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Totonaco 2</b>	10.01	13.37	13.70	10.17	13.31	9.41	7.67	16.91	14.22	8.99	8.37	10.85	6.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Maya</b>	2.18	3.60	3.77	4.19	6.71	1.28	1.16	5.46	4.50	3.50	3.50	3.61	2.76	11.46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Tzeltal</b>	4.79	3.82	3.28	8.09	5.25	2.94	1.96	5.77	4.46	1.99	2.91	2.62	3.09	11.67	2.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Lacandón 1</b>	9.50	7.93	6.33	11.73	6.38	6.98	6.71	11.46	7.32	4.98	2.70	8.00	8.31	11.98	9.29	6.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Lacandón 2</b>	13.95	12.82	12.75	17.34	13.62	11.17	9.83	14.61	12.79	9.23	6.44	12.51	9.42	13.18	11.27	8.44	4.83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Nahua 1</b>	1.87	2.38	2.77	2.51	4.49	1.28	0.77	7.06	3.45	1.76	2.38	2.57	1.86	5.60	2.54	3.08	6.51	10.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Nahua 2</b>	2.43	2.33	3.04	4.07	5.80	1.64	0.95	6.13	3.82	2.36	2.33	2.44	2.23	9.96	1.33	1.54	9.77	11.43	1.37	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Nahua 3</b>	3.04	4.00	4.13	3.21	4.93	2.75	2.13	7.93	4.76	2.88	4.00	3.96	2.24	4.20	5.10	4.99	8.99	13.53	0.76	2.88	—	—	—	—	—	—	—
<b>Huichol</b>	4.46	4.07	4.39	5.85	3.29	2.68	2.93	5.78	3.77	2.06	4.07	3.70	2.82	11.91	3.27	3.30	9.96	12.40	3.94	2.94	5.21	—	—	—	—	—	—
<b>Cora</b>	6.05	7.53	8.44	6.93	8.32	4.74	3.58	11.04	8.60	4.49	7.53	5.64	3.40	5.66	4.71	5.32	11.23	12.49	3.35	3.74	3.71	3.71	—	—	—	—	—
<b>Americano</b>	4.32	3.87	4.02	5.43	3.52	2.91	2.31	7.82	3.96	0.87	2.76	2.23	1.90	6.31	4.47	2.47	6.40	9.87	1.51	2.40	1.76	2.18	2.82	—	—	—	—
<b>Español</b>	11.99	15.93	14.27	14.01	21.29	13.39	14.17	15.70	17.63	20.60	21.89	17.65	19.22	30.73	12.21	18.26	30.01	39.94	16.68	15.10	18.48	22.01	23.72	23.46	—	—	—
<b>Australiano</b>	20.53	26.53	27.40	18.47	29.09	21.18	19.17	34.19	30.70	25.95	21.98	25.46	23.83	14.91	21.82	28.42	31.79	42.46	17.51	22.41	15.98	26.68	18.30	23.05	22.56	—	—
<b>Africano</b>	31.72	34.54	30.51	36.71	36.35	32.75	35.44	27.18	38.98	40.72	42.06	37.88	41.06	61.01	32.80	37.46	47.21	58.81	42.14	39.03	45.52	42.75	51.16	48.40	13.45	56.09	—





quema (figura 1) señalando para cada población cuál es la comunidad más cercana y cuál es la que se encuentra en segundo lugar de cercanía génica, independientemente del tamaño de  $f$ . De cada comunidad salen dos flechas, una sólida y otra punteada, que se dirigen respectivamente a la población más cercana y a la que le sigue en cercanía. Hay que señalar que la posición en el diagrama de las comunidades no necesariamente corresponden a la distancia entre ellas.

En la figura 2 las poblaciones han sido representadas en la misma disposición que en la figura 1, pero ahora las líneas que las unen corresponden al tamaño de  $f$ . Las líneas sólidas unen aquellos grupos con  $f$  menor o igual a 1.20, y las punteadas con  $f$  entre 1.21 y 1.75.

### *Discusión*

Como se aprecia en la tabla 1, la mayor parte de los grupos indígenas estudiados tienen mezcla de genes no indígenas. De hecho, aun aquellas poblaciones que aparecen como sin mezcla (Huasteco y Tzotzil 1 por ejemplo) en base a su ausencia del gen A, si se toman en cuenta otros genes como el alelo B, sí resultarían como mezclados. Es importante señalar que la mezcla no es sólo con españoles sino que hay evidencia de mezcla con poblaciones africanas en algunos casos,<sup>15</sup> y que también debe haber habido mezcla de algunos de estos grupos entre sí.

Al examinar la tabla 4, lo que más llama la atención como resulta completamente lógico es que los españoles, los aborígenes australianos y los africanos quedan claramente separados de todas las comunidades indígenas. El promedio de los coeficientes de hermandad con los grupos indígenas correspondiente a los españoles es de 19,3 el de los aborígenes australianos es de 24.6 y el de los africanos de 39.9. Por otra parte, estos promedios para las comunidades indígenas entre sí van de 3.0 en los chontales y los choles 1, a 11.6 en los lacandones 2.

En cuanto a las comunidades indígenas comparadas entre sí, llama la atención, en la tabla 4 y en las figuras 1 y 2, que el valor de  $f$  no refleja la separación entre ellas como fuera de desearse. Por ejemplo, los dos grupos choles están separados por una distancia  $f$  de 4.76, y hay 19 comunidades indígenas que se parecen más al grupo chol 1 que el mismo chol 2, con valores de  $f$  que van de 0.44 a 3.92.

Existen tres variables con las que podemos relacionar los distintos grupos analizados: la lingüística, la geográfica y la genética, medida esta última por  $f$ . Una dicotomización simple (cercanía-lejanía) de éstas da ocho combinaciones posibles entre las tres: por



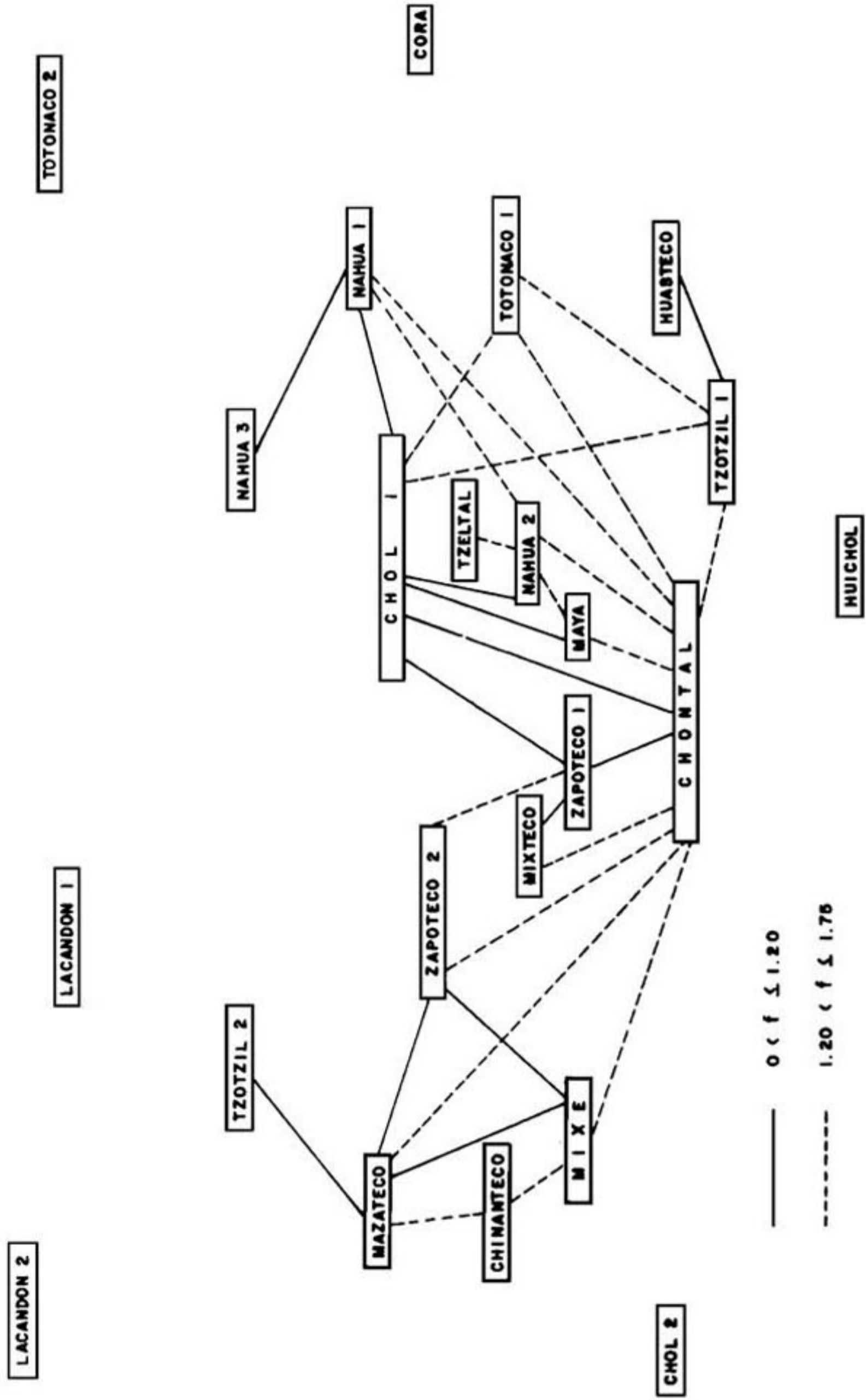


Fig. 2. En base al coeficiente de hermandad, se señala para cada población con cuáles tienen relación cercana ( $f$  menor de 1.20) y relativamente lejana ( $f$  entre 1.20 y 1.75).

ejemplo, puede haber grupos que estén cercanos lingüística, geográfica y genéticamente, como los grupos nahua 1 y nahua 3. La tabla 5 muestra que existen ejemplos de las ocho combinaciones, considerando como lejanas genéticamente aquellas poblaciones con  $f$  mayor de 4.0. Esto indica que no existe relación directa entre las tres variables consideradas.

TABLA 5

EJEMPLO DE LAS OCHO COMBINACIONES POSIBLES,  
RELACIONANDO LAS VARIABLES LINGUISTICA,  
GEOGRAFICA Y GENETICA

<i>Lingüísticamente</i>	<i>Geográficamente</i>	<i>Genéticamente</i>	
		<i>Lejanos</i>	<i>Cercanos</i>
Lejanos	Lejanos	Lacandón 2 y Cora ( $f=12.49$ )	Mazateco y Tzotzil 2 ( $f=0.75$ )
	Cercanos	Totonaco 2 y Nahua 3 ( $f=4.20$ )	Zapoteco 2 y Mixe ( $f=0.86$ )
Cercanos	Lejanos	Totonaco 2 y Lacandón 1 ( $f=11.98$ )	Chontal y Maya ( $f=1.28$ )
	Cercanos	Chol 1 y Chol 2 ( $f=4.76$ )	Nahua 1 y Nahua 3 ( $f=0.76$ )

Una de las explicaciones de esta situación podría ser el tamaño variable de las muestras. Sin embargo, el eliminar de la tabla 4 las comunidades con menos de 50, no resuelve el problema, ya que de todas formas grupos que sabemos son lingüística y/o geográficamente, cercanos, resultan alejados genéticamente y viceversa. Otra explicación podría ser el grado variable de mezcla génica. Pero también aquí, al eliminar a grupos con más de 20% de mezcla, persisten las incoherencias.

En conclusión, podemos afirmar que el coeficiente de hermandad es de gran utilidad para relacionar poblaciones ampliamente separadas entre sí, pero su eficacia disminuye notablemente cuando los grupos humanos a comparar no se diferencian tan drásticamente. El método no es lo suficientemente sensible para separar adecuadamente comunidades que, a pesar de estar relativamente cercanas entre sí, tienen distintos grados de mezcla externa (con españoles y africanos principalmente) e interna (de los grupos entre sí). Asimismo, la selección natural y la deriva génica pueden haber sido diferentes en estos grupos. El hecho de que los dos grupos lacando-

nes tengan una  $f$  de 4.83 entre sí y promedios de  $f$  con el resto de las comunidades indígenas de 8.2 y 11.9, lo que evidencia que están muy alejados de ellas, es un buen ejemplo de la deriva génica, ya que se trata de grupos muy pequeños, situación propicia para la ocurrencia de dicho fenómeno.

## REFERENCIAS

- 1 Zavala, C. Lisker, R.: El concepto biológico de raza. *Rev. Invest. Clin. (Méx)*. 31: 35, 1979.
- 2 Dunn, L.C. y Dobzhansky, Th.: *Herencia, raza y sociedad*. Fondo de Cultura Económica, México, 1975.
- 3 Cavalli-Sforza, L.L. y Bodmer, W.F.: *The Genetics of Human Populations*. Freeman, San Francisco, 1971.
- 4 Lisker, R.: *Estructura genética de la población mexicana. Aspectos Médicos y Antropológicos*. Salvat, México, 1980.
- 5 Swadesh, M.: *Indian Linguistic Groups of Mexico*. Instituto Nacional de Antropología e Historia de México, D.F. 1959.
- 6 Emery, A. E.H.: *Methodology in medical genetics*. Churchill-Livingstone, Edinburgo, Londres, Nueva York, 1976.
- 7 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.
- 8 Córdova, M.S., Lisker, R. y Loría, A.: Studies on Several Genetic Hematological Traits of the Mexican Population. XII. Distribution of Blood Group Antigens in Twelve Indian Tribes. *Am. J. Phys. Anthropol.* 26: 55, 1967.
- 9 Matson, A. y Swanson, J.: Distribution of Hereditary Blood Antigens among Indians in Middle America: Tzotzil and other Maya. *Am. J. Phys. Anthropol.* 21: 1, 1963.
- 10 Matson, A. y Swanson, J.: Distribution of Hereditary Blood Antigens among Indians in Middle America: Lacandon and other Maya. *Am. Anthropol.* 63: 1292, 1961.
- 11 Crawford, M.H., Leyshon, W.C., Brown, K., Lees, F. y Taylor, L.: Human Biology in Mexico. II.—A comparison of Blood Group, Serum and Red Cell Enzyme Frequencies and Genetic Distances of the Indian Populations of Mexico *Am. J. Phys. Anthropol.* 41: 251, 1974.
- 12 Mourant, A.E.: *The Distribution of the Human Blood Groups*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1954.
- 13 Layrisse, M. y Wilbert, J.: *El antígeno del sistema sanguíneo Diego*. Fundación Creole, Caracas, 1960.
- 14 Giblett, E.R.: *Genetic Markers in Human Blood*. F.A. Davis, Philadelphia, 1969.
- 15 Lisker, R.: Genetic Polymorphisms in Mexican populations. En Salzano, F. *The Ongoing evolution of Latin American populations*. Ch. C. Thomas, Springfield, 1971.