

**COMUNICACIONES BREVES**

# Frecuencias de grupos sanguíneos ABO, Rh y grado de mestizaje en la Región Montaña, Guerrero, México

*ABO and Rh blood group frequencies and admixture in the mountain of Guerrero, Mexico*

Patricia Iturbe-Chiñas, Javier Jimenez-Hernandez, Daysi Peralta-Ortega, Jeiry Toribio-Jiménez

**Resumen**

**Introducción:** La población guerrerense es producto del aporte genético indígena, africano y español.

**Objetivo:** Evaluar las frecuencias génicas y grado de mestizaje en poblaciones de la Región Montaña, Estado de Guerrero, México.

**Materiales y métodos:** Se estudiaron las frecuencias genéticas y fenotípicas de los sistemas ABO, Rh (D). El grado de mestizaje se determinó empleando la fórmula de Bernstein. Los datos fueron evaluados estadísticamente mediante *ji cuadrada*.

**Resultados:** En las poblaciones estudiadas, el alelo O es el más frecuente (88%), seguido del A (9%), y el B (3%). El 89% de las personas tipificadas fueron Rh D. Todas las poblaciones se encuentran en equilibrio génico y presentaron alta frecuencia de genes indígenas (>80%), y baja frecuencia de genes extranjeros. La presencia de genes europeos fue mayor al promedio regional (> 7%) en el municipio de Tlapa y la comunidad Tlapaneca de Malinaltepec. Mientras que la frecuencia de genes africanos fue mayor al promedio (> 6%), en la población del Obispo, Malinaltepec.

**Conclusiones:** Se encontró homogeneidad y equilibrio genético en las cinco poblaciones estudiadas, en donde los alelos O (88%) y Rh D (89%) fueron los más frecuentes y, A (9%) y B (3%) los de menor frecuencia.

**Palabras clave:** Mestizaje, sistema ABO, indígenas guerrerenses, aporte génico, México.

**Abstract**

**Introduction:** Population of Guerrero is the product of indigenous, african and spanish genetic contribution.

**Objective:** To estimate the genetic frecuencies and admixture in the mountain population, State of Guerrero, Mexico.

**Materials and methods:** The genetic and phenotype frecuencies of ABO system and Rh (D) were studied. The admixture was then calculated using Bernstein's formula. The statistical analysis was done using  $X^2$ .

**Results:** The O allele is the most abundant (88%) in all populations studied followed by A (9%), and B (3%). The Rh D (positive) frecuency was 89%. All populations were in genetic equilibrium, with high frecuency of the indigenous genes and low frecuency of foreing genes. The europe genes frecuency was higher in Tlapa municipality and Tlapaneca population of Malinaltepec than regional average (> 7%). While the african genes frecuency was higher than regional average in Obispo population of Malinaltepec.

**Conclusions:** Genetic homogeneity and equilibrium in the five populations studied was observed. The O alleles (88%) and Rh D (89%) were the most frequent, and A (9%), and B (3%) the least frequent.

**Keywords:** Admixture, ABO system, indigenous of Guerrero, genetic contribution, Mexico.

**Introducción**

El conocimiento de los grupos sanguíneos ha contribuido al entendimiento de algunos de los mecanismos básicos de la herencia, y a un siglo de que Landsteiner los descubriera siguen siendo de gran interés práctico y conceptual. Las frecuencias de los grupos sanguíneos de los sistemas ABO y Rh han sido estudiadas a escala mundial. En México, existen zonas marginadas con poblaciones amerindias que han sufrido una reducción drástica en el tamaño de la población casi al punto de extinción, y poblaciones mayores donde el flujo genético se ha mantenido constante. El componente amerindio es la base de nuestra población junto con el europeo y una pequeña proporción proveniente de África que trajeron los españoles consigo.<sup>1</sup> Los marcadores genéticos tradicionales, como el grupo sanguíneo, permiten demostrar un importante componente amerindio en la población actual del país; no obstante, los polimorfismos moleculares establecen de manera clara y definitiva los diferentes aportes que han tenido a lo largo de la historia los distintos grupos que conforman la población nacional.<sup>2</sup>

Diversos estudios en nuestro país aportan información sobre la distribución de los sistemas ABO y Rh,<sup>3-13</sup> así como proteínas séricas.<sup>14</sup> Sin embargo, siguen siendo insuficiente para comprender completamente la historia étnica de las poblaciones mestizas mexicanas.

En México, estudios de antígeno leucocitario humano (HLA) en poblaciones indígenas y caucásicas del noroeste, centro y la población de Jalisco,<sup>15,16</sup> han demostrado homogeneidad genética en las poblaciones mestizas estudiadas (Nuevo León, Jalisco y Ciudad de México). Con esta herramienta es posible también distinguir la cercanía entre las poblaciones mestizas y la distancia con la africana.<sup>17</sup>

El estudio de la diversidad genética de poblaciones mexicanas mestizas utilizando marcadores moleculares (secuencias repetidas cortas, STR, o microsátelites), permitió distinguir a la población mexicana de otras como la caucásica o africana. Al estudiar poblaciones indígenas taraumaras, huicholes y purépechas empleando STR y VNRT (secuencias repetidas de número variable o minisatélites), se encontró que éstas surgieron como resultado del aislamiento geográfico.<sup>18</sup> Al analizar poblaciones urbanas se encontraron diferencias alélicas entre poblaciones del centro y del norte del país, las cuales se atribuyen al tipo de mestizaje y origen geográfico.<sup>19,20</sup>

El estado de Guerrero está poblado por diversos grupos indígenas que se asentaron antes del siglo XII y posteriormente durante los siglos XVI y XVII por poblaciones de españoles, asiáticos y africanos, lo cual derivó un patrón de poblamiento que permite identificar zonas de asentamiento negro, mestizos e indígena.<sup>21</sup> Guerrero cuenta con una población de 3 388

768 habitantes, de los cuales alrededor del 15% son indígenas. Esta población se encuentra esencialmente en la Región Montaña y en menor medida en la Costa Chica, siendo estas zonas las de mayor grado de marginación del estado. Los principales grupos indígenas son: nahuas (40%), mixtecos (28%), tlapanecos (22%) y amuzgos (9%).<sup>21,22</sup>

Con el fin de evaluar las características genéticas de poblaciones de Guerrero, el objetivo del presente trabajo fue estimar las frecuencias génicas y fenotípicas de los sistemas sanguíneos ABO y Rh, y grado de mestizaje en la Región Montaña del estado de Guerrero.

## » Materiales y métodos

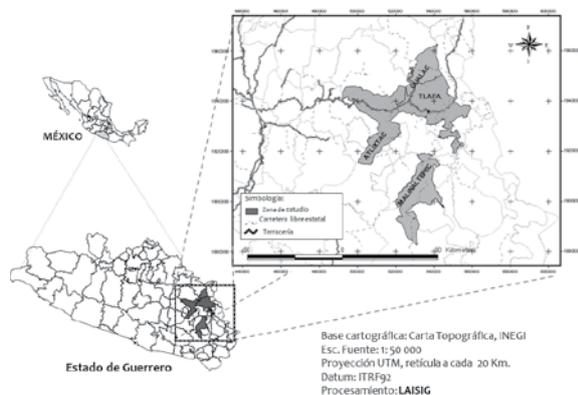
### Poblaciones estudiadas

Las poblaciones estudiadas pertenecen a la Región Montaña del estado de Guerrero, México (**Figura 1**).

- Tlapa de comomfort

El municipio se localiza al este de la capital, entre las coordenadas 17°33" de latitud norte, y los 98°35" de longitud oeste. Tiene una extensión territorial de 540 km<sup>2</sup>, tiene una altitud promedio de 1 100 m. Su población total es de 81 419 habitantes, siendo el 40% (31 936 habitantes) de la población indígena; predominan los hablantes de náhuatl, mixteco y tlapaneco.<sup>21</sup> La provincia de "Tlapa" fue conquistada por los españoles desde el año 1667. En 1829, se retiraron de la ciudad y fue hasta el año de 1850 que llegó una nueva inmigración.<sup>22</sup>

» **Figura 1.** Poblaciones estudiadas pertenecen a la Región Montaña del estado de Guerrero, México.



- Malinaltepec

Este municipio se localiza al sureste de la ciudad de Chilpancingo, la capital de estado, entre las coordenadas 17°15" de latitud norte, y los 98°40" de longitud oeste. Tiene una extensión territorial de 347 km<sup>2</sup>, una altitud promedio de 1 520 m. Este municipio cuenta con 29 599 habitantes. El 91.3% de la población de cinco años y más habla lengua indígena, predominando el tlapaneco y el mixteco.<sup>21</sup> En este lugar fue encontrada la máscara de Malinaltepec en 1921, la cual fue confeccionada con piedra con incrustaciones de turquesa, amazonita, obsidiana y conchas; collar de 55 perlas y un pendiente que formaron teotihuacanos, mixtecos, zapotecos, nahuas y tlapanecos. Hoy se encuentra en el Museo de Antropología de la Ciudad de México.<sup>22</sup>

- Atlixac

Se ubica al este de Chilpancingo, entre las coordenadas 17°34" de latitud norte, y los 98°56" de longitud oeste. Tiene una superficie de 605 km<sup>2</sup>, tiene una altitud promedio de 1 660 m. su población total es de 26 341 habitantes, habiendo un 75% (19 641 personas) de indígenas de cinco años y más, predominan los hablantes del tlapaneco y del náhuatl.<sup>21</sup> La fundación de Atlixac se remonta a la época prehispánica. Cuando llegaron los españoles, los frailes agustinos cristianizaron al pueblo, que inicialmente tuvo sus asentamientos al suroeste de la ubicación actual.<sup>22</sup>

- Cualac

Se localiza al noreste de Chilpancingo, entre las coordenadas 17°44" de latitud norte, y los 98°40" de longitud oeste. Tiene una extensión territorial de 305 km<sup>2</sup> y una altitud promedio de 1 440 m. Cuenta con 7 007 habitantes, de los cuales el 23% (1 652 personas) habla alguna lengua indígena, siendo las más habladas el náhuatl y el tlapaneco.<sup>21</sup> La historia de este municipio está escrita en el "códice Cualac", el cual es un documento pictográfico náhuatl de fines del siglo XVI o principios del XVII, y se refiere a la evangelización de esa zona.<sup>22</sup>

### Procesamiento de la muestra

Los grupos sanguíneos fueron tipificados mediante técnicas de aglutinación, con los sueros anti A, anti B (anticuerpos monoclonales murinos IgM) y anti D (anticuerpos monoclonales IgG+IgM) (SPIN-REACT) de un total de 25 984 donantes voluntarios de las comunidades estudiadas. Las poblaciones

estudiadas estuvieron distribuidas de la siguiente manera: 24 917 registros de los archivos de laboratorios clínicos en Tlapa de Comomfort, Guerrero, se obtuvieron los datos referentes a fecha, grupo ABO y Rh, sexo, y lugar de residencia de las personas que durante el periodo de 2005 a 2011 acudieron a donar sangre. Las pruebas de tipificación sanguínea de los disponentes fueron realizadas por el personal de los laboratorios clínicos; 381 expedientes de disponentes sanguíneos altruistas de la Región de la Montaña, Guerrero, México en el Archivo del Banco de Sangre de la Clínica del ISSSTE en la ciudad de Chilpancingo; 306 altruistas del municipio de Malinaltepec (206 voluntarios de origen tlapaneca que acudieron a la comisaria municipal y 100 personas de la comunidad de Obispo que acudieron al Centro de Salud); 250 donantes sanguíneos voluntarios que acudieron al Centro de Salud en el Programa Federal "Oportunidades" en la comunidad de Petatlan, municipio de Atlixac y 130 altruistas sanguíneos en la comunidad de Coatlico, municipio de Cualac, que acudieron al Centro de Salud.

Se incluyeron individuos autóctonos, voluntarios, de sexo indistinto, aparentemente sanos, sin enfermedades genéticas conocidas y con orígenes en la misma región. Todos los donantes voluntarios, participantes en este estudio, fueron informados del procedimiento y otorgaron su consentimiento.

Una vez obtenidos los fenotipos se calcularon las frecuencias genéticas según el método de máxima verosimilitud y el ajuste al equilibrio de Hardy-Weinberg. Se analizaron las frecuencias génicas y alélicas de las cinco poblaciones y las diferencias estadísticas con

la prueba de *ji cuadrada*. El grado de mestizaje se determinó empleando la fórmula de Bernstein.

## Resultados

La distribución de fenotipos y frecuencias génicas de los sistemas sanguíneos ABO en las poblaciones de la montaña se muestra en la **Tabla 1**. Las frecuencias génicas fueron:  $i=0.95$ ,  $I^A=0.04$  e  $I^B=0.01$ ,  $D=0.93$  y  $d=0.07$ , las cuales no son significativamente diferentes de los valores esperados, por lo que estas poblaciones pueden considerarse en equilibrio genético de acuerdo a la Ley de Hardy-Weinberg.

La distribución de alelos de acuerdo a la frecuencia fue el O, con 88%, seguido de A (9%) y B (3%). El AB estuvo ausente. En cuanto al sistema Rh (**Tabla 2**), las frecuencias de los alelos fueron del 89% D y 11% para d.

El grado de mestizaje es mostrado en la **Tabla 3**. La mayoría de las poblaciones presentaron altas frecuencias de genes indígenas (> 87%). El municipio que mostró la mayor conservación de genes indígenas fue Atlixac (97%), seguido de Cualac (91%) y Tlapa de Comomfort (85%). Las poblaciones de Malinaltepec (Tlapaneca y Obispo) presentaron sólo un 80% a 81% de genes indígenas; la frecuencia de genes extranjeros fue mayor en este municipio, los europeos (14%) en la comunidad Tlapaneca y los africanos (13%) en la población del obispo.

## Discusión

En el análisis de la variación de los grupos sanguíneos encontramos una alta frecuencia del O en todas las

**Tabla 1.** Frecuencias fenotípicas y génicas de los sistemas sanguíneos ABO en poblaciones de la Región Montaña, Guerrero, México (2005-2011).

Población	N° casos	Frecuencia fenotípicas				Frecuencias génicas			X <sup>2</sup>	p
		O	A	B	AB	r(O)	p(A)	q(B)		
Tlapa de Comomfort	24 917	0.88	0.09	0.03	0	0.94	0.05	0.01	0.02	>0.95
ISSSTE, Chilpancingo, Región Montaña	381	0.80	0.15	0.05	0	0.90	0.08	0.02	0	0
(Tlapaneca) Malinaltepec	206	0.96	0.04	0	0	0.97	0.03	0	0	>0.90
El obispo Malinaltepec	100	0.98	0.02	0	0	0.98	0.02	0	0.01	0.99
Petatlán Atlixac	250	0.89	0.10	0.01	0	0.94	0.05	0.01	0	>0.99
Coatlico Cualac	130	0.95	0.02	0.03	0	0.97	0.01	0.02	0	>0.99
Total	25 984	0.88	0.09	0.03	0	0.95	0.04	0.01	0	>0.99

» **Tabla 2.** Frecuencias fenotípicas y génicas del sistema sanguíneos Rh en poblaciones de la Región Montaña, Guerrero, México (2005-2011).

Población	N° casos	Frecuencia fenotípicas		Frecuencias génicas		X <sup>2</sup>	p
		Rh D	Rh d	p	q		
Tlapa de Comonfort	24 917	0.88	0.12	0.65	0.35	0	>0.99
ISSSTE, Chilpancingo, Región Montaña	381	0.99	0.01	0.91	0.09	0	0
(Tlapaneca) Malinaltepec	206	1.0	0	1.0	0	0	0
El obispo Malinaltepec	100	1.0	0	1.0	0	0	1.0
Petatlán Atlixtac	250	1.0	0	1.0	0	0	>0.99
Coatlaco Cualac	130	1.0	0	1.0	0	0	>0.99
Total	25 984	0.89	0.11	0.93	0.07	0	>0.99

» **Tabla 3.** Contribución génica ancestral en poblaciones de la Región Montaña, Guerrero, México (2005-2011).

Población	Frecuencia génica (%)		
	Indígena	Europea	Africana
Tlapa de Comonfort	85	9	6
(Tlapaneca) Malinaltepec	81	14	5
El obispo Malinaltepec	80	7	13
Petatlán Atlixtac	97	3	0
Coatlaco Cualac	91	3	6
Promedio	87	7	6
Nacional*	70	25	5

\*Menjívar (2011).

poblaciones; este patrón es típico de las poblaciones indígenas originales, las cuales muestran una frecuencia muy elevada del grupo O. En orden decreciente están las frecuencias de A, B y AB, lo cual está en el intervalo descrito para las poblaciones amerindias.<sup>2,10,23</sup>

La frecuencia del alelo O fue más alta en las poblaciones del municipio de Malinaltepec (el obispo y tlapanecas) (98% y 96%, respectivamente) y en Coatlaco, Cualac (95%). La frecuencia promedio regional del alelo O obtenida en este estudio es superior al promedio reportado para México (65%).<sup>9</sup> Lo cual sugiere la alta conservación de genes indígenas en estas comunidades. Poblaciones indígenas del estado

de Veracruz presentan también una predominancia del alelo O, lo cual sugiere un componente genético principalmente amerindio.<sup>10</sup>

Las frecuencias promedio para esta región del alelo A (9%) y B (3%) son menores en relación con las reportadas en el ámbito nacional (25% para A y 8.6% para B),<sup>9</sup> y con las reportadas para poblaciones de Venezuela (alelo A de 22%-25% y para el B de 4%-16%).<sup>11</sup> El fenotipo AB estuvo ausente. Ello se debe a que su frecuencia es baja en los hispanos (2.5%), mientras que en otras poblaciones como las asiáticas es mayor (7.1%).<sup>24,25</sup>

De manera similar, el grupo Rh D (89%) es mayor al reportado a nivel nacional. Este patrón es debido al aporte génico de distintos grupos étnicos que han contribuido al origen de la población guerrerense.

De acuerdo con un estudio realizado por Lisker<sup>3,4</sup> y Rocha,<sup>10</sup> los haplotipos del sistema Rh más frecuentes en la población mexicana son positivos (CDe y cDE) y en algunas poblaciones indígenas hay baja frecuencia o ausencia de Rh negativo (ccddee).

De acuerdo a los resultados del sistema sanguíneo ABO, las poblaciones estudiadas presentan homogeneidad genética. Estudios de estructura genética utilizando el sistema HLA-A, también refieren homogeneidad en poblaciones mexicanas.<sup>17</sup>

De acuerdo Silva-Zolezzi,<sup>25</sup> la contribución ancestral africana es alta en los estados de Guerrero y Veracruz, mientras que en las subpoblaciones de los estados de Guanajuato, Sonora, Yucatán y Zacatecas es baja y en su mayoría homogénea. Esto se apega a los registros históricos que señalan a los estados de

Veracruz y Guerrero como el principal punto de entrada de africanos durante el periodo colonial, y como residencia de afro-mexicanos desde entonces. Sin embargo, en la zona sur y centro del país el mestizaje predominante es el amerindio.<sup>1</sup>

En las zonas de la Montaña de Guerrero, la conservación de genes indígenas fue dominante (87%). Aún cuando la frecuencia de genes foráneos es baja en esta región estudiada, las poblaciones de Malinaltepec presentaron una mayor frecuencia de genes foráneos. La población Tlapaneca presentó un mayor componente de genes europeos, mientras que en la comunidad del Obispo el componente africano fue del 13%. La migración de la población no indígena de europeos, esclavos africanos y mestizos ha alterado el bagaje genético de la región históricamente. Estas modificaciones demográficas han continuado hasta la actualidad, de tal modo que hay presencia de poblaciones euro y afro-mexicanas.

En contraste, González-Sobrino<sup>26</sup> señalan que la estimación de mestizaje en el estado de Guerrero es de 66% de componente indígena; 28% de europeo; 4% de africano y 1% de asiático, resultando esta población con el mayor componente africano y asiático de los seis estados estudiados (Guanajuato, Guerrero, Sonora, Veracruz, Yucatán y Zacatecas).

No obstante, la simplificación del fenómeno de mestizaje, puede considerarse que las cifras obtenidas proporcionan una idea aproximada del gradiente de mestizaje en las poblaciones examinadas.

En el ámbito nacional Menjívar,<sup>27</sup> señala que la estructura genética del mestizo mexicano presenta 70% de componente indígena, 25% caucásico y 5% africano.

Los datos encontrados permiten reforzar la historia de la población guerrerense, desde los primeros pobladores y posterior a la llegada de los españoles, africanos y asiáticos que culminan con el surgimiento de la población actual. Este estudio proporciona evidencia del mestizaje ocurrido durante el desarrollo de la Región Montaña y de la conservación de genes indígenas que se tiene en estas poblaciones, la cual es mayor a estimada por otros autores.

## Conclusiones

Se encontró homogeneidad y equilibrio genético en las cinco poblaciones estudiadas, en donde los alelos O (88%) y Rh D (89%) fueron los más frecuentes y, A (9%) y B (3%) los de menor frecuencia.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Financiamiento

No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.

## Agradecimientos

A la QBP A. E. Salgado-Carbajal, por su apoyo técnico, y al Dr. Lorenzo Salgado-Goytia por sus comentarios y revisión del manuscrito.

## Referencias

- Guardado-Estrada M, Queipo G, Meraz-Rios M, et al. Diversidad genética en la población mexicana. Utilización de marcadores de ADN. *Rev Med Hosp Gral* 2008;71:162-174.
- Buentello-Malo L, Peñaloza R, Sanabria W, et al. Estudio de la estructura genética de una comunidad nahua del centro de Veracruz. *Estudios de Antrop Biol* 2005;12:79-91.
- Lisker R, Mutchinic O, Pérez-Briceño R, et al. Distriton of ABO blood groups and other genetic markers in mother of infant with congenital malformations. *Hum Hered* 1982;32:166-169.
- Lisker R, Babinsky V. Admixture estimates in nine Mexican Indian groups and five east coast localities. *Rev Invest Clin* 1986;38:145-149.
- Lisker R, Pérez-Briceño R, Granados J, et al. Gene frequencies and admixture estimates in the State of Puebla, Mexico. *Am J Phys Anthropol* 1988;76:331-335.
- Lisker R, Ramírez E, Pérez-Briceño R, et al. Gene frequencies and admixture estimates in four Mexican Urban Centers. *Hum Biol* 1990;62:791-801.
- Lisker R, Ramírez E, Peñaloza R, et al. Red cell acid phosphatase types and GC polymorphisms in Mérida, Oaxaca, León and Saltillo, México. *Hum Biol* 1994;66:1103-1109.
- Lisker R, Ramírez E, Babinsky V. Genetic structure of autochthonous populations of mesoamerica. México. *Hum Biol* 1996;68:395-404.
- Del Peón-Hidalgo L, Pacheco-Cano MG, Zavala-Ruiz M, et al. Frecuencias de grupos sanguíneos e incompatibilidades ABO y RhD, en La Paz, Baja California Sur, México. *Salud pública de Mex* 2002;44:406-412.
- Rocha Manilla R, Buentello Malo L, Serrano Sánchez C. Polimorfismos genéticos (ABO y RH) en la población nahua de Necoxtla, Sierra de zongolica, Veracruz. *Estudios de Antrop Biol* 2007;XIII:601-610.
- Castro-Guerra D, Zambrano-Guzmán O. Aporte génico español canario en tres poblaciones semiaisladas venezolanas; estimaciones hechas a partir de los sistemas ABO, Rh y -1-antitripsina. *Rev Esp Antrop Biol* 2000;21:111-118.
- Cerda-Flores RM, Dávila-Rodríguez MI. Natural fertility in northeastern México. Genetic structure by birthyear and birthplace. *Arch Med Res Mex* 2000;520-525.
- Garza-Chapa R. Genetic distances for ABO and Rh (D) blood groups in the state of Nuevo León, México. *Soc Biol* 1983;30:24-31.
- Alaez C, Infante E, Pujol J, et al. Molecular analysis of HLA-DRB1, DQA1, DQB1, DQ promoter polymorphism and extended class I/class II haplotypes in the Seri Indians from Northwest Mexico. *Tissue Antigens* 2002;59:388-396.
- Leal CA, Mendoza-Carrera F, Rivas F, et al. HLA-A and HLA-B allele frequencies in a mestizo population from Guadalajara, Mexico, determined by sequence-based typing. *Tissue Antigens* 2005;66:666-673.
- Arnaiz-Villena A, Vargas-Alarcon G, Granados J, et al. HLA genes in Mexican Mazatecs, the peopling of the Americas and the uniqueness of Amerindians. *Tissue Antigens* 2000;56:405-416.
- Flores-Archiga A, Gómez-Espinola IA, Castro-Cárdenas LA, et al. Estructura genética de tres poblaciones mexicanas en Base al sistema HLA-A. *RESPYN* 2009;10:1-13.
- Rangel-Villalobos HF, Rivas L, Sandoval B, et al. Genetic variation among four Mexican populations (Huichol, Purepecha, Tarahumara, and Mestizo) revealed by two VNTRs and four STRs. *Human Biology* 2000;72:983-995.
- Hernández-Gutiérrez S, Hernández-Franco P, Martínez-Tripp S, et al. STR data for 15 loci in a population sample from the central region of Mexico. *Forensic Sci Internat* 2005;151:97-100.

20. Licea C, Rizzo J, Muñiz L, et al. Population data of nine STRs of Mexican mestizos from Veracruz (Central South-Easther, Mexico). *Legal Medicine* 2006;8:251-252.
21. Consultado el 26 de septiembre de 2012. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
22. Consultado el 26 de septiembre de 2012. [www.encyclopediagro.org](http://www.encyclopediagro.org)
23. Peñaloza R, Lisker R. Polimorfismos genéticos, importancia antropológica y biomédica, *Genética clínica*, 2a ed. Manual Moderno; 1993. p. 188-206.
24. Garratty G, Glynn SA, McEntire R. ABO and Rh(D) phenotype frequencies of the different racial/ethnic groups in the united states. *Tranfussion* 2004;44:703-706.
25. Silva-Zolezzi I, Hidalgo-Miranda A, Estrada-Gil J, et al. Análisis de la diversidad genómica en las poblaciones mestizas mexicanas para desarrollar medicina genómica en México. *PNAS* 2009;106:8611-8616.
26. González-Sobrinó BZ, Silva-Zolezzi I, Sebastián-Medina L. Estampas de historia y genética en México. En: *Miradas sin rendición. Imaginario y presencia del universo indígena*. México: INMEGEN; 2010. p. 51-68.
27. Menjivar M. Coloquio genómica, obesidad y diabetes. *Gaceta de la Facultad de Química UNAM* 2011;5.