



# ANALES DE ANTROPOLOGÍA



Anales de Antropología 57-1 (enero-junio 2023): 105-113

[www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia](http://www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia)

## Artículo

### Cambio secular de la estatura de poblaciones de la Cuenca de México en la época prehispánica

### Secular change in the stature of populations in the Basin of Mexico in pre-Hispanic times

Jonathan Mauricio Pérez Duran<sup>1,2,\*</sup>, Guillermo Rodríguez Tlachi<sup>3,\*</sup>, Gabriela Sánchez-Mejorada<sup>4</sup>,  
Menéndez Garmendia Antinea<sup>4</sup> y Jorge A Gómez-Valdés<sup>\*\*</sup>

<sup>1</sup> Escuela Nacional de Antropología e Historia, Periférico Sur y Zapote s/n. Colonia Isidro Fabela Alc. Tlalpan, C.P. 14030, CDMX, México.

<sup>2</sup> Bachillerato General del Estado de México, Escuela Preparatoria 312, Lirio s/n, Nueva San Miguel, 56604 Chalco de Díaz Covarrubias, Méx.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Antropología e Historia, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, General Anaya S/N Ex. Av. del Convento, San Diego Churubusco, C. P. 04120 Alc. Coyoacan, CDMX, México.

<sup>4</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Circuito Escolar 411A, Copilco Universidad, Coyoacán, 04360, CDMX, México.

<sup>5</sup> Escuela Nacional de Antropología e Historia, Periférico Sur y Zapote s/n. Colonia Isidro Fabela Alc. Tlalpan, C.P. 14030, CDMX, México.

Recibido el 3 de octubre de 2021; aceptado el 13 de septiembre de 2022

#### Resumen

Diversos trabajos sugieren una tendencia hacia la disminución en la estatura adulta conforme aumenta la dependencia de la agricultura en las distintas poblaciones humanas. En este trabajo analizamos los patrones de variación de la estatura humana adulta en poblaciones que habitaron la Cuenca de México desde épocas tempranas. Hemos implementado el análisis de normalidad de la varianza (ANOVA) y el modelo Relethford-Blangero y nuestros resultados, con base al análisis de 532 esqueletos de sujetos adultos, (43.7% femeninos y 56.3% masculinos), muestran una tendencia secular negativa, disminuyendo la talla hasta en tres centímetros en las etapas tardías. Nosotros discutimos los resultados, con respecto al efecto que pudieron tener los reacomodos demográficos y la canalización del desarrollo en la tendencia de cambio de la estatura en la Cuenca de México en la transición del Clásico al Postclásico.

#### Abstract

Several studies suggest a decrease in stature tendency according to agriculture dependency in different populations. In the present research, we analyzed the variation of human stature patterns in populations that inhabited the Cuenca de Mexico since early periods. A sample of 532 adult skeletons were analyzed (43.7% females and 56.3% males); and based on ANOVA and Relethford-Blangero model, results show a negative secular trend in stature, decreasing by up to three centimeters in the late epochs. The discussion of the results revolves around the effect of the demographic arrangement and the developmental canalization in respect of height changes trends during the Classic to Postclassic transition of the Cuenca de Mexico.

*Palabras clave:* antropometría; variación humana; adaptación

*Keywords:* anthropometry; human variation; adaptation

\*\* Correo electrónico: [jorge\\_gomez@inah.gob.mx](mailto:jorge_gomez@inah.gob.mx)

DOI: 10.22201/iiia.24486221e.2023.80864

eISSN: 2448-6221/ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas. Éste es un artículo *Open Access* bajo la licencia CC-BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## Introducción

La estatura humana es considerada un rasgo complejo que involucra factores genéticos y ambientales. Se puede sostener que un componente genético explica una alta proporción de la talla (Asgari *et al.*, 2020; R. J. Blaschke *et al.*, 1998; Rüdiger Jörg Blaschke & Rappold, 2006; Decker *et al.*, 2011; Gudbjartsson *et al.*, 2008; Lettre *et al.*, 2008; Weedon *et al.*, 2008; Yengo *et al.*, 2022), mientras que el nivel socioeconómico, la nutrición y las enfermedades explican una proporción menor (Frayser, 1981; Holliday & Ruff, 2001; NCD-RisC, 2016; Newman, 1962). Por ello, se puede considerar que estudiar la estatura humana proporciona un adecuado modelo para comprender los procesos de interacción biológico-culturales. En este sentido, desde el punto de vista bioantropológico; el cual abarca la comprensión del efecto que tiene la interacción del ambiente-cultural con la biología humana, el estudio de los habitantes antiguos de Mesoamérica resulta de alto interés debido a que se trata de una población derivada con un origen relativamente reciente (O'Rourke & Raff, 2010; Tamm *et al.*, 2007) y la adaptación a condiciones locales han incidido de manera importante en la variación genética (González-José *et al.*, 2003, 2008; Hunemeier *et al.*, 2011; Mummert *et al.*, 2011; O'Rourke & Raff, 2010; Pucciarelli *et al.*, 2003; Tamm *et al.*, 2007).

El área mesoamericana es considerada entre los seis casos de formación estatal temprana en la evolución de las sociedades humanas (Boehm de Lameiras, 1991), se trata de un área cultural delimitada geográficamente (Kirchhoff, 1967) y se conocen los patrones de diversidad en términos lingüísticos y de etnicidad (Campbell, 1997; Campbell *et al.*, 1986). Los horizontes del desarrollo mesoamericanos han sido definidos a partir de procesos de cambio cultural, mismos que debieron haber sido impulsados principalmente por la interacción de factores como los reacomodos demográficos, fenómenos migratorios, (P. O. Hernández, 2006; Manzanilla, 2005), cambios económicos y políticos (López-Austin & López-Luján, 2014), fluctuaciones ambientales (Cook *et al.*, 2012; Lorenzo, 1968; Lucero & Larmon, 2019) y catástrofes naturales (por ejemplo epidemias) (Acuna-Soto *et al.*, 2005).

De manera particular la transición del Clásico al Posclásico, conocida –arqueológicamente– como Epiclásico (Gazzola, 2004; Jiménez Moreno, 1966; Lorenzo, 1968; Moragas Segura, 2013), hace referencia al periodo que transita desde la llamada caída de Teotihuacán hasta la aparición de nuevos centros de población y formas complejas de organización social y política en la Cuenca de México. Fue un periodo de transición marcado por la aparición de pequeñas comunidades, relativamente dispersas y el flujo intenso de migración. El producto de esos movimientos poblacionales fue, entre otras cosas, la proliferación de comunidades multiétnicas y aumento de las pugnas por la definición de los territorios (Manzanilla, 2015, 2017).

González-José y colaboradores (2007), al estudiar la morfología craneal generalizada de poblaciones prehis-

pánicas de México, observaron un cambio significativo en la varianza genética poblacional; lo cual mencionan corresponde con un modelo de aumento del flujo genético en la transición del Clásico al Posclásico. A partir de lo anterior, en este trabajo se tiene como objetivo describir la tendencia de la estatura adulta en las poblaciones humanas que habitaron la Cuenca de México desde épocas preclásicas, y a su vez, contrastar el efecto en la variación de la talla adulta durante los reacomodos demográficos y el aumento del flujo genético en la transición del Clásico al Posclásico.

## Materiales y métodos

En esta investigación, se analizaron 532 esqueletos de sujetos adultos, 43.7% femeninos y 56.3% masculinos, procedentes de la Cuenca de México que corresponden a población de época prehispánica; desde el Preclásico (2500 aC a 200 dC), Clásico (200 dC a 900 dC) y Posclásico (900 dC al 1521 dC).

Los esqueletos analizados forman parte de once series esqueléticas de la época prehispánica: Tlatilco, Ticomán, Cuicuilco, Teotihuacán, Coyoacán, Tula, Xochimilco, Culhuacán, Azcapotzalco, Tlatelolco y Tenochtitlán que se encuentran resguardadas en la Dirección de Antropología Física del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Con el objetivo de maximizar el número de casos en los que fuera posible estimar la talla, fueron medidos todos los huesos largos: húmero, radio, ulna, fémur y tibia de ambos lados. Las mediciones fueron realizadas por un solo observador y siguiendo las recomendaciones de Buikstra y Ubelaker (1994). Cuando los huesos se encontraban incompletos, pero con aproximadamente el 75% de representación y por lo menos con una de las epífisis; las mediciones se realizaron a mitad de la diáfisis como lo recomiendan Steele y McKern (1969). En todos los casos, las mediciones fueron realizadas utilizando la tabla osteométrica de *Paleotech-Instruments*© ([www.paleo-tech.com](http://www.paleo-tech.com)).

Sólo fueron incluidos individuos maduros, para lo cual, el cierre completo de las epífisis de los huesos largos fue considerado como el principal criterio para establecer a un sujeto como de edad adulta a nivel esquelético (McKern & Stewart, 1957). Además, se tomó en cuenta como criterio de inclusión que los huesos no tuvieran ninguna alteración de forma o tamaño por efectos patológicos o tafonómicos.

Para la estimación sexual, fueron utilizadas las propuestas de Phenice (1969), Bruzek (2002) y Walker (2005). Sin embargo, en un número menor de ejemplares los cuales no pudieron ser sexados mediante el diagnóstico de los huesos de la pelvis o del cráneo, fue aplicado el Análisis Lineal Discriminante (LDA por sus siglas en inglés) utilizando las mediciones métricas de los huesos del esqueleto postcraneal (húmero, ulna, radio, fémur, tibia y fibula). El LDA es un procedimiento que permite calcular el vector de máxima separación entre sexos y que es función lineal de las variables originales. De esta manera fue posible evaluar

que, del total de los 112 casos sexados mediante análisis discriminante, 40% fueron clasificados como femeninos y el restante (60%) como masculinos.

Para estimar la estatura en población mexicana se cuenta con algunas propuestas, (Del Angel y Cisneros, 2004; Genovés, 1967; Trotter & Gleser, 1958), por ello, en este trabajo, siguiendo las recomendaciones de Menéndez y colaboradores (2011), se utilizó la elaborada por Genovés (1967) para grupos mesoamericanos. Para la estimación de la estatura, siempre que fuera posible se utilizó el fémur izquierdo, no obstante, cuando éste se encontró ausente fue tomado en cuenta el hueso del lado derecho como valor aproximado. En los esqueletos, en donde hicieran falta los fémures de ambos lados, se recurrió a la tibia o los huesos del miembro superior (Genovés, 1967).

El análisis estadístico se llevó a cabo en varios pasos; inicialmente se obtuvieron medidas descriptivas (mínimo, máximo, media y desviación estándar) y se realizó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para verificar los supuestos de normalidad (datos no mostrados en este trabajo; para mayores detalles ver Pérez Durán and Rodríguez Tlachi 2015). Posteriormente, se realizó el análisis de varianza (ANOVA), el cual permitió evaluar si existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las medias de la estatura entre las poblaciones para cada sexo. El ANOVA fue complementado con la prueba Tukey para conocer intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de la estatura. Finalmente, el modelo Relethford-Blangero (Relethford & Blangero, 1990) fue aplicado con el propósito de evaluar la magnitud de variabilidad que existe en la estatura, al interior de las poblaciones y que no depende de las diferencias que existen entre grupos. De esta manera, se puede establecer que la contrastación de la variación fenotípica observada con respecto a la esperada  $r(ii)$  permite suponer que las poblaciones que se encuentren por encima de la pendiente de regresión pueden ser interpretadas con mayor varianza debida al flujo génico mientras que las que están por debajo con menor. Para el presente trabajo, las estimaciones de diferenciación genética mínima ( $F_{st}$ ), varianza fenotípica observada, esperada  $r(ii)$  y residual se obtuvieron mediante el análisis de matriz R calculada con el programa R-MET (Relethford, 1997). En este último análisis, para contrarrestar el efecto de sub-representación en las series esqueléticas con tamaño de muestra pequeño, se realizaron algunas agrupaciones con base a un criterio cronológico, quedando incluida Ticomán con la población de Tlatilco y de igual manera, Coyoacán y Xochimilco fueron agrupadas con la población Teotihuacana.

## Resultados

En el cuadro 1 se reportan las estadísticas descriptivas del análisis de la talla en poblaciones mesoamericanas, donde se puede apreciar que en el horizonte cultural Preclásico

las poblaciones presentaron las estaturas más elevadas para ambos sexos; siendo Tlatilco la de mayor altura en el sexo femenino (media = 156.37 cm, D.E.=4.99) y Cuicuilco la del sexo masculino (media = 164.10 cm, D.E.=4.56). En el periodo Clásico, se produce un decremento en la talla, con valores promedio de 150 cm para el sexo femenino y de 162 cm para el masculino. Hacia el Posclásico, se observa un mantenimiento de la tendencia decreciente de la estatura en ambos sexos, sin embargo, en el sexo masculino demuestra un mayor cambio; disminuyendo en promedio hasta los 160 cm. Como se puede observar en la figura 1, la variación de la talla en ambos sexos, comprende una disminución de aproximadamente tres centímetros durante aproximadamente cuatro mil años. En el sexo femenino se observa un mayor decremento asociado con los horizontes del Preclásico y el Clásico, mientras que en el sexo masculino podemos notar un cambio gradual a lo largo del tiempo.

La prueba ANOVA muestra que, en ambos sexos, existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las medias de las poblaciones entre los diferentes horizontes culturales (cuadro 2). Por su parte, en el cuadro 3, la prueba Tukey ( $\alpha = 0.95$ ) ha permitido apreciar, en el sexo femenino, que la muestra de Tlatilco así como la serie tenochca procedente del Sistema de Transporte Colectivo se diferencian de un gran conglomerado que abarca al resto de las muestras estudiadas. Por otra parte, en el sexo masculino la prueba Tukey ( $\alpha = 0.95$ ) ha permitido apreciar un conglomerado integrado por todas las series óseas del Preclásico y del Clásico que contrastan con las de periodos más tardíos (Postclásico); a excepción de Tula que se mantiene sin agrupar (*outlier*).

El análisis Relethford-Blangero muestra una importante variación de la estatura entre poblaciones a lo largo

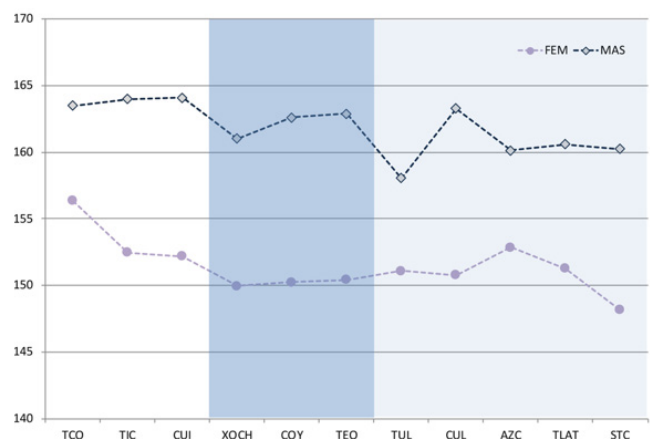


Figura 1. Valores promedio de la estatura para el sexo femenino y masculino de las diferentes poblaciones de la Cuenca de México. Las barras verticales representan los periodos culturales blanco=preclásico, fondo oscuro=clásico y fondo claro=Posclásico. TCO=Tlatilco, TIC=Ticomán, CUI=Cuicuilco, TEO=Teotihuacán, COY=Coyoacán, TUL=Tula, XOCH=Xochimilco, CUL=Culhuacán, AZC=Azcapotzalco, TLAT=Tlatelolco, STC= Tenochtitlán.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de estatura en poblaciones de la Cuenca de México

Población	Horizonte	Femenino					Masculino				
		N	Media (cm)	D.E.	Mínimo	Máximo	N	Media (cm)	D.E.	Mínimo	Máximo
Tlatilco	TCO	56	156.37	4.99	146	171	163.48	5.90	146	176	
Ticomán	Preclásico (2500 aC a 200 dC)	3	152.48	1.90	151	155	163.97	4.75	157	170	
Cuicuilco	CUI	22	152.20	4.71	141	160	164.10	4.56	156	174	
Teotihuacán	TEO	13	150.42	6.93	141	166	162.87	4.48	150	173	
Coyoacán	COY	10	150.25	3.91	145	156	162.61	4.49	153	170	
Xochimilco	XOCH	7	149.98	5.78	141	156	161.03	4.49	155	167	
Tula	TUL	8	151.10	3.69	147	158	158.05	4.77	151	165	
Culhuacán	CUL	11	150.80	4.57	145	159	163.29	5.60	154	175	
Azacapozalco	AZC	52	152.86	5.01	143	168	160.14	4.44	149	170	
Tlatelolco	TLAT	46	151.29	5.19	140	164	160.58	4.29	151	174	
Azteca	STC	5	148.18	2.29	145	151	160.25	5.26	149	167	
Preclásico		81	153.69	3.87	141	171	163.85	5.07	146	176	
Clásico		23	150.34	5.42	141	166	162.74	4.65	150	173	
Epiclásico		7	149.98	5.78	141	156	161.03	4.52	155	167	
Postclásico		122	150.84	4.15	140	168	160.46	4.49	149	175	

N = tamaño de la muestra, D.E. = desviación estándar.

Cuadro 2. Análisis de Normalidad de la Varianza (ANOVA).

		ANOVA				
		S.C.	gl	Media	F	Sig.
Femenino	Inter-grupos	1196.07	10	119.61	4.759	0.000
	Intra-grupos	5579.31	222	25.13		
	Total	6775.38	232			
Masculino	Inter-grupos	782.66	10	78.27	3.187	0.001
	Intra-grupos	7072.81	288	24.56		
	Total	7855.47	298			

Se presentan los resultados para ambos sexos. Es posible asegurar que al menos una de las medias de la estatura entre las poblaciones es diferente de manera significativa ( $p < 0.05$ ) tanto en el sexo masculino como en el femenino. S.C. = Suma de cuadrados, gl = Grados de libertad, F = estadístico de prueba de Fisher, Sig. = valor de significancia.

Cuadro 3. Prueba Tukey para la evaluación de la diferencia entre medias.

		Femenino			Masculino			
		Subconjunto para alfa = 0.95			Subconjunto para alfa = 0.95			
	N	1	2	3	N	1	2	3
TCO	56			156.37	TCO	75		163.48
CUI	22		152.20		CUI	16		164.10
TIC	3		152.48		TIC	6		163.97
XOCH	7		149.98		XOCH	7	161.03	
COY	10		150.25		COY	18		162.61
TEO	13		150.42		TEO	24		162.87
CUL	11		150.80		CUL	16		163.29
TUL	8		151.10		TUL	8	158.05	
AZC	52		152.86		AZC	50	160.14	
TLAT	46		151.29		TLAT	64	160.58	
STC	5	148.18			STC	15	160.25	

Se presentan los resultados para ambos sexos. En el sexo femenino se observan tres subconjuntos que muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las poblaciones más tempranas y tardías. Mientras que en el sexo masculino los conjuntos también demuestran una diferenciación donde las poblaciones más tardías muestran menores valores de estatura. Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se usa el tamaño muestral de la media armónica femenino = 9.375 y masculino = 14.242. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de los grupos. Los datos han sido ordenados de acuerdo a un sentido cronológico. Los niveles de error de tipo I no están garantizados. TCO=Tlatilco, TIC=Ticomán, CUI=Cuicuilco, TEO=Teotihuacán, COY=Coyoacán, TUL=Tula, XOCH=Xochimilco, CUL=Culhuacán, AZC=Azcapotzalco, TLAT=Tlatelolco, STC= Tenochtitlán.

de los periodos cronológicos. Por otro lado, con respecto a la variación intrapoblacional, en las épocas tempranas, grupos como Tlatilco (TCO), muestran una variación considerablemente alta con respecto a lo que esperado. Por otra parte, los grupos del Posclásico han mostrado valores residuales negativos (por debajo de la tendencia lineal); lo cual contrasta con lo esperado para grupos con intenso flujo génico (González-José *et al.*, 2007) (figura 2).

### Discusión y consideraciones finales

Analizando una muestra representativa de sujetos de ambos sexos, esta investigación proporciona resultados respecto a la variación de la estatura a lo largo de varios periodos en los que las poblaciones mesoamericanas

experimentaron importantes cambios debidos a la aparición y desarrollo de la agricultura, reacomodos demográficos e intensificación de fenómenos migratorios, transiciones económicas y políticas, además de sufrir los efectos del cambio climático y catástrofes naturales (Acuna-Soto *et al.*, 2005; Cook *et al.*, 2012; Lorenzo, 1968; Lucero & Larmon, 2019; Manzanilla, 2005).

Algunos autores como Nickens (1976) han señalado que el cambio de las condiciones de vida y salud en la transición del sistema de caza-recolección a la agricultura, pudo haber contribuido en la reducción de la talla en poblaciones mesoamericanas como una respuesta adaptativa relacionada con el cambio de una intensa actividad a una más sedentaria. De esta misma forma, Mummert y sus colaboradores (2011) sostienen que el cambio de los

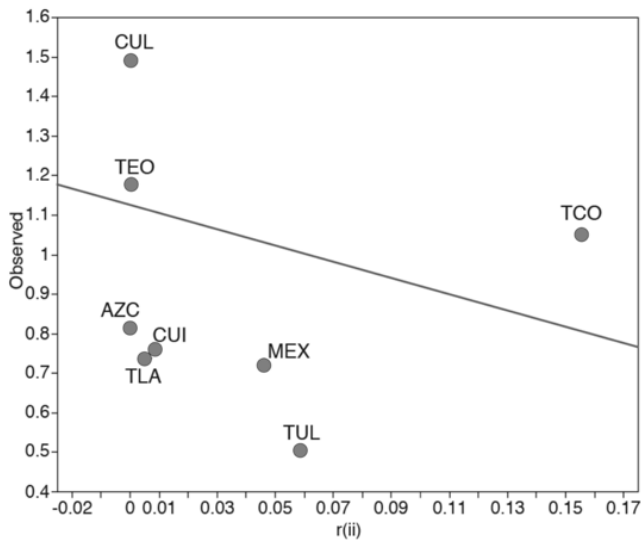


Figura 2. Valores teóricos  $r(ii)$  en relación a los observados de la matriz de distancias  $F_{st}$  del modelo Relethford-Blangero. TCO=Tlatilco, CUI=Cuicuilco, TEO=Teotihuacán, TUL=Tula, CUL=Culhuacán, AZC=Azacapotzalco, TLA=Tlatelolco, MEX=Tenochtitlan. Se observan las matrices de distancia y los parámetros de la variación de la estatura de las poblaciones desde el Preclásico al Posclásico en la Cuenca de México.

modos de subsistencia de la recolección de alimentos a la producción primaria, ha tenido como consecuencia el deterioro de la salud por un aumento de las enfermedades infecciosas y dentales y un aumento de las deficiencias nutricionales, esta tendencia hacia el deterioro de la salud que experimentaban la transformación agrícola redujo la estatura de las poblaciones de todo el mundo; independientemente del período temporal. Lo cual, puede ser entendido como resultado de eventos interrelacionados y acumulativos no solo durante el período de tiempo de los individuos, sino también a lo largo de generaciones a nivel poblacional (Agarwal, 2016).

De esta forma, diversos autores han descrito que la adopción de prácticas agrícolas intensivas, la vida sedentaria, acompañada de una mayor densidad de población y un aumento de las enfermedades infecciosas, además de la desigualdad social, tuvieron importantes consecuencias en las condiciones de vida de las sociedades mayas del Clásico reduciendo la estatura de las poblaciones (Haviland, 1967; Márquez-Morfin & Del Angel, 2006; Márquez, 1984; Saul, 1972; Tiesler, 2001).

De igual manera, los datos sugieren que en el Centro de México los valores más altos de estatura promedio a menudo se encuentran durante el Preclásico (Jaén Esquivel & López Alonso, 1974), pero hay una clara disminución durante periodos subsecuentes; para lo cual, se ha sugerido que a pesar del procesamiento alcalino del maíz, los niveles nutricionales no mejoraron de manera significativa en el grueso de la población (Anderson, 1967; Andrés Del Angel, 1996; Andrés Del Angel & Serrano, 1991; Genovés, 1970; Jaén Esquivel & López

Alonso, 1974; Márquez et al., 2002; Nickens, 1976; Vercellotti et al., 2014; Vidal Elgueta et al., 2021). Por lo que los autores sugieren que este patrón es uno de los indicios de cómo el desarrollo de sociedades urbanas y/o con alto nivel de estratificación y desigualdad afectaron de manera diferencial a los individuos (Márquez et al., 2002).

En nuestros resultados, se observa una tendencia a la estabilización de la estatura de los sujetos del sexo femenino durante el periodo Clásico y más tardíamente, lo cual, demuestra mayor capacidad de amortiguamiento a pesar de existir cambios importantes de las condiciones ambientales (Hallgrímsson et al., 2002; Hallgrímsson & Hall, 2013).

La conformación multiétnica de las poblaciones prehispánicas y la intensificación de las dinámicas migratorias derivadas del colapso de los grandes centros urbanos a partir del Clásico (Cobean, 1990; Gazzola, 2004; P. O. Hernández, 2006; Manzanilla, 2005) produjo un importante cambio en la composición genética de las poblaciones en la Cuenca de México, sin embargo, nosotros hemos podido apreciar que la estatura presenta una tendencia secular negativa y una disminución en la variación al interior de los grupos a pesar de las dinámicas de mestizaje o flujo génico características de los grupos posteriores a la transición del Clásico al Posclásico (González-José et al., 2007; M. Hernández et al., 2007).

## Agradecimientos

A la memoria de José Concepción Jiménez, de la Dirección de Antropología Física del Instituto Nacional de Antropología e Historia, quien contribuyó intelectualmente en la concepción de este trabajo. Al Dr. Mirsha Quinto-Sánchez, de la Licenciatura en Ciencia Forense de la Universidad Nacional Autónoma de México por su ayuda en el análisis Relethford-Blangero.

## Referencias

- Acuna-Soto, R., Stahle, D. W., Therrell, M. D., Gomez Chavez, S., & Cleaveland, M. K. (2005). Drought, epidemic disease, and the fall of classic period cultures in Mesoamerica (AD 750–950). Hemorrhagic fevers as a cause of massive population loss. *Medical Hypotheses*, 65(2), 405–409. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2005.02.025>
- Agarwal, S. C. (2016). Bone morphologies and histories: Life course approaches in bioarchaeology. *American Journal of Physical Anthropology*, 159, 130–149. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22905>
- Anderson, J. (1967). The Human Skeletons. In D. Byers (Ed.), *The Prehistory of the Tehuacan Valley. Vol. I* (1st ed., pp. 91–113). University of Texas Press.
- Asgari, S., Luo, Y., Akbari, A., Belbin, G. M., Li, X., Harris, D. N., Selig, M., Bartell, E., Calderon, R.,

- Slowikowski, K., Contreras, C., Yataco, R., Galea, J. T., Jimenez, J., Coit, J. M., Farroñay, C., Nazarian, R. M., O'Connor, T. D., Dietz, H. C., ... Raychaudhuri, S. (2020). A positively selected FBN1 missense variant reduces height in Peruvian individuals. *Nature*, 582(7811), 234–239. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2302-0>
- Blaschke, R. J., Monaghan, A. P., Schiller, S., Schechinger, B., Rao, E., Padilla-Nash, H., Ried, T., & Rappold, G. A. (1998). SHOT, a SHOX-related homeobox gene, is implicated in craniofacial, brain, heart, and limb development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(5), 2406–2411. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.5.2406>
- Blaschke, Rüdiger Jörg, & Rappold, G. (2006). The pseudoautosomal regions, SHOX and disease. *Current Opinion in Genetics & Development*, 16(3), 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2006.04.004>
- Boehm de Lameiras, B. (1991). El Estado en Mesoamérica estudio sobre su origen y evolución. *Revista Española de Antropología Americana*, 21(1), 11–52.
- Bruzek, J. (2002). A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 117(2), 157–168. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10012>
- Buikstra, J. E., & Ubelaker, D. H. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archaeological Survey Research Series*, 44.
- Campbell, L. (1997). *American Indian languages. The historical linguistics of Native America* (1st ed.). Oxford University Press.
- Campbell, L., Kaufman, T., & Smith-Stark, T. C. (1986). Meso-America as a Linguistic Area. *Language*, 62(3), 530. <https://doi.org/10.2307/415477>
- Cobean, R. H. (1990). *La cerámica de Tula, Hidalgo* (1st ed.). Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Cook, B. I., Anchukaitis, K. J., Kaplan, J. O., Puma, M. J., Kelley, M., & Gueyffier, D. (2012). Pre-Columbian deforestation as an amplifier of drought in Mesoamerica. *Geophysical Research Letters*, 39(16), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1029/2012GL052565>
- Decker, E., Durand, C., Bender, S., Rödelberger, C., Glaser, A., Hecht, J., Schneider, K. U., & Rappold, G. (2011). FGFR3 is a target of the homeobox transcription factor SHOX in limb development. *Human Molecular Genetics*, 20(8), 1524–1535. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddr030>
- Del Angel, Andrés. (1996). La estatura de la población prehispánica de México. In S. López-Alonzo, C. S. Serrano, & L. Márquez-Morfín (Eds.), *La Antropología Física en México. Estudios sobre la población antigua y contemporánea* (1st ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Del Angel, Andrés, & Cisneros, H. B. (2004). Technical note: Modification of regression equations used to estimate stature in Mesoamerican skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 125(3), 264–265. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10385>
- Del Angel, Andrés, & Serrano, C. (1991). Proporcionalidad corporal y adaptación en la población prehispánica de la Cuenca de México. *Anales de Antropología*, 28(1), 57–75.
- Frazer, D. W. (1981). Body Size, Weapon Use, and Natural Selection in the European Upper Paleolithic and Mesolithic. *American Anthropologist*, 83(1), 57–73. <https://doi.org/10.1525/aa.1981.83.1.02a00040>
- Gazzola, J. (2004). Una propuesta sobre el proceso, factores y condiciones del colapso de Teotihuacán. *Dimensión Antropológica*, 31(1), 7–57.
- Genoves, S. (1967). Proportionality of the Long Bones and their Relationship Stature Among Mesoamericans. *American Journal of Physical Anthropology*, 26, 67–78.
- Genoves, S. (1970). Anthropometry of Late Prehistoric human remains. In T. D. Stewart (Ed.), *Handbook of Middle American Indians: Physical Anthropology Vol. 9* (1st ed., pp. 35–69). University of Texas Press.
- González-José, R., Bortolini, M. C., Santos, F. R., & Bonatto, S. L. (2008). The peopling of America: Craniofacial shape variation on a continental scale and its interpretation from an interdisciplinary view. *American Journal of Physical Anthropology*, 137(2), 175–187. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20854>
- González-José, R., González-Martín, A., Hernández, M., Pucciarelli, H. M., Sardi, M., Rosales, A., & Van der Molen, S. (2003). Craniometric evidence for Palaeoamerican survival in Baja California. *Nature*, 425(6953), 62–65. <https://doi.org/10.1038/nature01816>
- González-José, R., Martínez-Abadías, N., González-Martín, A., Bautista-Martínez, J., Gómez-Valdés, J. A., Quinto, M., & Hernández, M. (2007). Detection of a population replacement at the Classic-Postclassic transition in Mexico. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 274(1610), 681–688. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.0151>
- Gudbjartsson, D. F., Walters, G. B., Thorleifsson, G., Stefansson, H., Halldorsson, B. V., Zusmanovich, P., Sulem, P., Thorlacius, S., Gylfason, A., Steinberg, S., Helgadóttir, A., Ingason, A., Steinthorsdóttir, V., Olafsdóttir, E. J., Olafsdóttir, G. H., Jonsson, T., Borch-Johnsen, K., Hansen, T., Andersen, G., ... Stefansson, K. (2008). Many sequence variants affecting diversity of adult human height. *Nature Genetics*, 40(5), 609–615. <https://doi.org/10.1038/ng.122>
- Hallgrímsson, B., & Hall, B. K. (2013). *Epigenetics: Linking Genotype and Phenotype in Development and Evolution*. University of California Press.

- Hallgrímsson, B., Willmore, K., & Hall, B. K. (2002). Canalization, developmental stability, and morphological integration in primate limbs. *American Journal of Physical Anthropology, Suppl 35*, 131–158. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10182>
- Haviland, W. A. (1967). Stature at Tikal, Guatemala: Implications for Ancient Maya Demography and Social Organization. *American Antiquity*, 32(3), 316–325. <https://doi.org/10.2307/2694660>
- Hernández, M., Martínez-Abadías, N., González-Martín, A., Bautista, J., Gómez-Valdés, J. A., Quinto-Sánchez, M., Esparza, M., & González-José, R. (2007). Contraste del mito Aztlán a partir de la morfometría geométrica (EDMA) de series craneales mexicanas. *Revista Española de Antropología Física*, 27(1), 45–57.
- Hernández, P. O. (2006). *La regulación del crecimiento de la población en el México prehispánico* (1st ed.). Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Holliday, T. W., & Ruff, C. B. (2001). Relative variation in human proximal and distal limb segment lengths. *American Journal of Physical Anthropology*, 116(1), 26–33. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1098>
- Hunemeier, T., Gomez-Valdés, J. A., Ballesteros-Romero, M., de Azevedo, S., Martinez-Abadías, N., Esparza, M., Sjøvold, T., Bonatto, S. L., Salzano, F. M., Bortolini, M. C., & Gonzalez-Jose, R. (2011). Cultural diversification promotes rapid phenotypic evolution in Xavante Indians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(1). <https://doi.org/10.1073/pnas.1118967109>
- Jaén Esquivel, M. T., & López Alonso, S. (1974). Algunas características físicas de la población prehispánica de México. *Antropología Física Época Prehispánica*, 112–135.
- Jiménez Moreno, W. (1966). Mesoamerica before the Toltecs. In J. Paddock (Ed.), *Ancient Oaxaca: discoveries in mexican archaeology and history* (1st ed., pp. 1–83). Stanford University Press.
- Kirchhoff, P. (1967). *Mesoamérica: Sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales* (3rd ed.). Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Lettre, G., Jackson, A. U., Gieger, C., Schumacher, F. R., Berndt, S. I., Sanna, S., Eyheramendy, S., Voight, B. F., Butler, J. L., Guiducci, C., Illig, T., Hackett, R., Heid, I. M., Jacobs, K. B., Lyssenko, V., Uda, M., Boehnke, M., Chanoock, S. J., Groop, L. C., ... Hirschhorn, J. N. (2008). Identification of ten loci associated with height highlights new biological pathways in human growth. *Nature Genetics*, 40(5), 584–591. <https://doi.org/10.1038/ng.125>
- López-Austin, A., & López-Luján, L. (2014). *El pasado indígena* (3rd ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Lorenzo, J. L. (1968). Clima y Agricultura en Teotihuacan. In J. L. Lorenzo (Ed.), *Materiales para la arqueología de Teotihuacan* (1st ed., pp. 53–72). Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Lucero, L. J., & Larmon, J. T. (2019). Climate Change, Mesoamerica, and the Classic Maya Collapse. In E. Chiotis (Ed.), *Climate Changes in the Holocene: Impacts and Human Adaptation* (1st ed., pp. 165–181). CRC Press.
- Manzanilla, L. R. (2005). *Reacomodos demográficos del Clásico al Posclásico en el Centro de México* (1st ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Manzanilla, L. R. (2015). Cooperation and tensions in multiethnic corporate societies using Teotihuacan, Central Mexico, as a case study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(30), 9210–9215. <https://doi.org/10.1073/pnas.1419881112>
- Manzanilla, L. R. (2017). *Multiethnicity and Migration at Teopancazco: Investigations of a Teotihuacan Neighborhood Center* (1st ed.). University Press of Florida.
- Márquez-Morfin, L., & Del Angel, A. (2006). Height among prehispanic maya of the Yucatan Peninsula: A reconsideration. In S. Whittington & R. David (Eds.), *Bones of the Maya: Studies of Ancient Skeletons* (1st ed., pp. 51–61). The University of Alabama Press.
- Márquez, L. (1984). Distribución de la estatura en colecciones óseas mayas prehispánicas. *Estudios de Antropología Biológica*, 2, 253–271.
- Márquez, L., McCaa, R., Storey, R., & Del Angel, A. (2002). Health and Nutrition in Pre-Hispanic Mesoamerica. In J. C. Rose & R. H. Steckel (Eds.), *The Backbone of History: Health and Nutrition in the Western Hemisphere* (pp. 307–338). Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI:10.1017/CBO9780511549953.014>
- Mckern, T. W., & Stewart, T. D. (1957). *Skeletal age changes in young american males, analysed from the standpoint of age identification. Technical report EP-45*. 1–179.
- Menéndez, A., Gómez-Valdés, J. A., & Sánchez-Mejorada, G. (2011). Comparación de ecuaciones de regresión lineal para estimar estatura en restos óseos humanos en población mexicana. *Antropo*, 25, 11–21.
- Moragas Segura, N. (2013). Sociedades en colapso: la transición del clásico al epiclásico en Teotihuacán. *Diálogo Andino*, 41, 185–197. <https://doi.org/10.4067/S0719-26812013000100012>
- Mummert, A., Esche, E., Robinson, J., & Armelagos, G. J. (2011). Stature and robusticity during the agricultural transition: Evidence from the bioarchaeological record. *Economics and Human Biology*, 9(3), 284–301. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2011.03.004>
- NCD-RisC. (2016). A century of trends in adult human height. *ELife*, 5, 1–29. <https://doi.org/10.7554/eLife.13410>
- Newman, M. T. (1962). Ecology and Nutritional Stress in Man. *American Anthropologist*, 64(1), 22–34. <https://doi.org/10.1525/aa.1962.64.1.02a00030>



- Nickens, P. R. (1976). Stature reduction as an adaptive response to food production in mesoamerica. *Journal of Archaeological Science*, 3(1), 31–41. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(76\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-4403(76)90029-7)
- O'Rourke, D. H., & Raff, J. A. (2010). The Human Genetic History of the Americas: The Final Frontier. *Current Biology*, 20(4), R202–R207. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.11.051>
- Pérez Durán, J., & Rodríguez Tlachi, G. (2015). *Cambios de la estatura en la transición del Clásico al Posclásico en poblaciones de la Cuenca de México*. Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Phenice, T. W. (1969). A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 30(2), 297–301. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330300214>
- Pucciarelli, H. M., Sardi, M., & Jiménez, J. C. (2003). Poblamiento temprano de América y diversificación evolutiva. *Estudios de Antropología Biológica*, XI(2), 661–678.
- Relethford, J. H. (1997). *RMET: R matrix for METric traits* (5.0). The State University of New York. <http://employees.oneonta.edu/relethjh/programs>
- Relethford, J. H., & Blangero, J. (1990). Detection of Differential Gene Flow from Patterns of Quantitative Variation. *Human Biology*, 62(1), 5–25. <http://www.jstor.org/stable/41932288>
- Saul, F. P. (1972). *The human skeletal remains of altar de sacrificios: An osteobiographic analysis* (1st ed.). Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University ; Vol 63, No. 2.
- Steele, D. G., & McKern, T. W. (1969). A method for assessment of maximum long bone length and living stature from fragmentary long bones. *American Journal of Physical Anthropology*, 31(2), 215–227. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330310211>
- Tamm, E., Kivisild, T., Reidla, M., Metspalu, M., Smith, D. G., Mulligan, C. J., Bravi, C. M., Rickards, O., Martínez-Labarga, C., Khusnutdinova, E. K., Fedorova, S. A., Golubenko, M. V., Stepanov, V. A., Gubina, M. A., Zhadanov, S. I., Ossipova, L. P., Damba, L., Voevoda, M. I., Dipierri, J. E., ... Malhi, R. S. (2007). Beringian Standstill and Spread of Native American Founders. *PLoS ONE*, 2(9), e829. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000829>
- Tiesler, V. (2001). La estatura entre los mayas prehispánicos. Consideraciones bioculturales. *Estudios de Antropología Biológica*, 10(1), 257–273.
- Trotter, M., & Gleser, G. C. (1958). A reevaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *American Journal of Physical Anthropology*, 16(1), 79–123. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330160106>
- Vercellotti, G., Piperata, B. A., Agnew, A. M., Wilson, W. M., Dufour, D. L., Reina, J. C., Boano, R., Justus, H. M., Larsen, C. S., Stout, S. D., & Sciulli, P. W. (2014). Exploring the multidimensionality of stature variation in the past through comparisons of archaeological and living populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 155(2), 229–242. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22552>
- Vidal Elgueta, A., Navarro, N., Uribe, M., Robe, K., Gaymard, F., Dubos, C., Pérez, M. F., & Roschztardt, H. (2021). 2000 years of agriculture in the Atacama desert lead to changes in the distribution and concentration of iron in maize. *Scientific Reports*, 11(1), 17322. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96819-1>
- Walker, P. L. (2005). Greater sciatic notch morphology: Sex, age, and population differences. *American Journal of Physical Anthropology*, 127(4), 385–391. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10422>
- Weedon, M. N., Lango, H., Lindgren, C. M., Wallace, C., Evans, D. M., Mangino, M., Freathy, R. M., Perry, J. R. B., Stevens, S., Hall, A. S., Samani, N. J., Shields, B., Prokopenko, I., Farrall, M., Dominiczak, A., Johnson, T., Bergmann, S., Beckmann, J. S., Vollenweider, P., ... Frayling, T. M. (2008). Genome-wide association analysis identifies 20 loci that influence adult height. *Nature Genetics*, 40(5), 575–583. <https://doi.org/10.1038/ng.121>
- Yengo, L., Vedantam, S., Marouli, E., Sidorenko, J., Bartell, E., Sakaue, S., Graff, M., Eliassen, A. U., Jiang, Y., Raghavan, S., Miao, J., Arias, J. D., Graham, S. E., Mukamel, R. E., Spracklen, C. N., Yin, X., Chen, S.-H., Ferreira, T., Highland, H. H., ... Bisgaard, H. (2022). A saturated map of common genetic variants associated with human height. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05275-y>

