

ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XVII (1)

Editores

Bernardo Adrián Robles Aguirre
María Elena Sáenz Faulhaber
Liliana Torres Sanders



Instituto Nacional
de Antropología
e Historia

 **CONACULTA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA
MÉXICO 2015

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL PERFIL FACIAL EN UNA SERIE DE POBLACIÓN MEXICANA

María Villanueva Sagrado

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas

Arodi Farrera

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es conocer la dinámica morfológica y la influencia de los diferentes mecanismos ontogenéticos (alometría, desarrollo y crecimiento) en el perfil facial de una serie transversal de fotografías de población mexicana. Se seleccionaron 703 fotografías faciales en norma lateral izquierda del acervo CARAMEX, a las que se les colocaron 19 puntos somatométricos, analizados mediante morfometría geométrica. Para conocer las diferencias por sexo y por edad, así como las diferencias en los patrones de cambio morfológico durante el crecimiento y desarrollo. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) por sexo y por grupo de edad para el perfil facial. Asimismo, los componentes de la ontogenia influyeron en diferente medida en la variación morfológica, la alometría fue el componente que menos contribuyó. Por último, la morfología del pabellón auricular presentó cambios muy sutiles durante la ontogenia, principalmente en el lóbulo. Los resultados se discuten en relación con lo reportado en otras poblaciones.

PALABRAS CLAVE: Perfil facial, crecimiento, desarrollo, alometría, población mexicana.

ABSTRACT

The aim of the present study is to known the morphological variation and the influence of the different ontogenetic mechanisms (allometry, development and growth) into the facial profile of a transversal sample of photographies of mexican population. We select 703 facial photographs in left lateral plane, from CARAMEX database, and we digitalized and analyzed by means of geometric morphometrics, 19 landmarks. We compute multivariate statistical analysis for known the morphological differences by sex and age group, as well as the differences in the patterns of morphological change during growth and development. We found statistical differences ($p < 0.0001$) by sex and for age group for the facial profile. In addition, we found that ontogenetic components influenced in varying degrees the morphological variation, being the allometry the component that present the lower contribution to phenotype. Finally, the morphology of the outer ear showed subtle changes

during ontogeny, principally in the earlobe. The results are discussed in relation with the previously reported for other populations.

KEYWORDS: Facial profile, growth, development, allometry, Mexican Population.

INTRODUCCIÓN

Los fenotipos complejos, como la cabeza humana, se construyen a lo largo del desarrollo a partir de la interacción de factores genéticos, epigenéticos y ambientales (Atchley y Hall 1991; Wolf *et al.* 2004). Este desarrollo implica que la forma, la proporción y las relaciones entre los componentes craneales deben mantenerse (Enlow 1966); lo que se logra mediante la interacción e integración coordinada de los elementos óseos y las matrices de tejido blando en componentes funcionales (Moss y Young 1960). Tomando en cuenta lo anterior, consideraremos a la cabeza humana, específicamente al rostro, como una unidad morfológica constituida por una serie de componentes funcionales, los cuales debido a que se encuentran relativamente independientes en tamaño, posición y agrupamiento (van der Klaauw en Dressino y Lamas 2003) presentan diferencias en sus patrones ontogenéticos.

Los mecanismos que durante la ontogenia intervienen en la configuración de la morfología adulta son: a) el proceso de desarrollo, que incluye modificaciones en la morfología en relación con la edad del individuo; b) el crecimiento, que es una transformación de tamaño asociado con la edad; y c) la alometría, que hace referencia a todos los cambios en la forma relacionados con las transfiguraciones en tamaño, es decir, en el individuo la morfología facial se logra, en gran medida, a través de diferencias en tasas y ritmos de crecimiento y desarrollo y en las relaciones de alometría existentes entre sus componentes.

De la misma forma, la variación facial adulta en el interior y entre poblaciones es en gran parte producto de las diferencias en dichos patrones, por ejemplo, la alometría puede modificar la expresión del dimorfismo sexual al acentuar las características morfológicas asociadas (Rosas y Bastir 2002). Los patrones alométricos pueden ser responsables de las diferencias morfológicas entre poblaciones, ya sea cuando éstas presentan trayectorias distintas desde etapas ontogenéticas tempranas o cuando dichas trayectorias son similares, pero con diferentes amplitudes (Vioarsdóttir *et al.* 2002). Así también, las diferencias en la tasa y ritmo de los patrones de crecimiento y desarrollo en los componentes craneofaciales y el nivel de asociación entre ambos patrones durante la ontogenia (Bastir *et al.* 2006) influyen en el grado de plasticidad de dichos componentes,

ya que aquellas estructuras que alcanzan una madurez más tardía serán más propensas a que la influencia ambiental y la epigenética modifique su estructura.

Además de ampliar el entendimiento de la variación morfológica adulta, el estudio de los patrones de desarrollo en muestras amplias es relevante en contextos clínicos o forenses, pues puede utilizarse como base de datos de referencia; por ejemplo, para contrastar con la morfología patológica o con fines de identificación personal o de reconstrucción facial. Con estos propósitos, el estudio del pabellón auricular como parte del perfil facial es igualmente relevante. En población mexicana se ha estudiado la variación normal y la morfoscopia de la oreja (Villanueva 2010); sin embargo, ésta no ha sido explorada dentro de un contexto de desarrollo.

En este sentido, este trabajo presenta distintos objetivos. En primer lugar, identificar en una serie transversal de fotografías del perfil facial izquierdo la dinámica morfológica por grupos de edad y sexo; en segundo lugar, explorar las características de la muestra, pues los mecanismos ontogenéticos en el establecimiento y la variación morfológica adulta tienen un papel central.

MATERIALES Y MÉTODOS

La serie estuvo conformada por 703 fotografías del perfil izquierdo de 484 hombres y 219 mujeres del acervo CARAMEX (Serrano *et al.* 2000). Con ayuda del programa TPSdig (versión 2.15; Rohlf 2010) se colocaron 19 puntos somatométricos (figura 1 y cuadro 1) a lo largo del perfil facial. Las coordenadas resultantes se ajustaron mediante un análisis generalizado de Procrustes para eliminar los efectos de traslación, rotación y escala y obtener la información de forma (*shape*). Con estas coordenadas se realizaron los siguientes análisis.

La variación morfológica normal se exploró mediante un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés). Posteriormente, de manera arbitraria se establecieron cuatro grupos de acuerdo con la edad decimal de los individuos: 14-19 años (397 individuos), 20-39 (251 individuos), 40-59 (46 individuos) y más de 60 años (nueve individuos); la variación morfológica asociada a la edad se examinó a partir del análisis de variación canónica (CVA, por sus siglas en inglés) entre dichos grupos. Por último, las diferencias del perfil facial relacionadas con el sexo se trataron mediante un análisis discriminante (DFA, por sus siglas en inglés).

Para examinar los mecanismos ontogenéticos relacionados con la variación en esta serie morfológica se realizaron dos análisis de regresión multivariada:

Cuadro 1. Definición de los puntos anatómicos utilizados en el estudio

<i>Número</i>	<i>Nombre</i>	<i>Definición</i>
1	Glabela	Punto más anterior sobre el arco cigomático
2	Nasion	Punto más posterior sobre la sutura nasofrontal
3	Exocantion	Esquina exterior de la hendidura del ojo, donde los párpados se encuentran
4	Pronasal	Punto más prominente de la nariz
5	Alar *	Punto más inferior sobre la narina, en donde se une el ala nasal y el rostro
6	Subnasal	Punto más anterior donde se une el borde inferior del <i>Septum</i> nasal, la partición que divide las narinas y la porción cutánea del labio superior
7	Labial superior	Punto más anterior sobre el borde del labio superior
8	Estomion	Punto medio de la fisura labial con los labios cerrados naturalmente
9	Quelion	Esquina externa de la boca donde los bordes externos del vermillon superior e inferior se encuentran
10	Labial inferior	Punto más anterior sobre el borde del labio inferior
11	Sublabial	Punto más posterior por debajo del labial inferior
12	Gnation	Punto más bajo en la línea media del borde inferior de la barbilla
13	Otobasion superior	Punto superior donde se une la oreja con la cara
14	Superaural	Punto más superior sobre el borde del hélix
15	Postaural	Punto más posterior sobre el borde del hélix
16	Subaural	Punto más inferior sobre el lóbulo de la oreja
17	Tragion inferior	Punto colocado sobre la hendidura que se forma entre el tragus y el antetragus
18	Tragus	Punto más protuberante sobre el borde del trago. En caso de presentar tragus bífido el punto se coloca en la región más protuberante del trago inferior
19	Antetragus	Punto más superior sobre el borde del antetrago. En caso de que el antetrago se encuentre poco desarrollado o esté ausente, el punto se coloca en el centroide del mismo

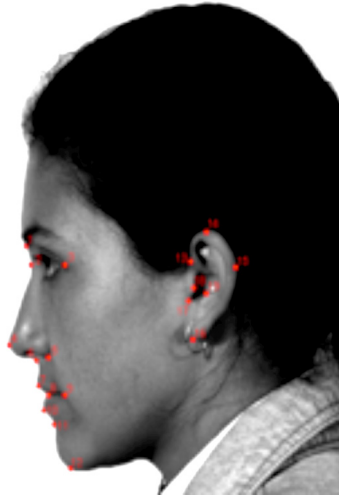


Figura 1. Localización de los puntos anatómicos utilizados en el estudio.

uno que exploró las relaciones alométricas, utilizando las variables de forma (*shape*) y la variable de tamaño (*centroid size*), y otro que se enfocó en el proceso de desarrollo utilizando las variables de forma y edad. Además, para estudiar el proceso de crecimiento facial se realizó un análisis de regresión entre el tamaño (*centroid size*) y la edad de los individuos. De manera particular se realizaron los mismos análisis para la oreja.

El ajuste de Procrustes y los estadísticos se llevaron a cabo con el software MorphoJ (versión 1.02d; Klingenberg 2011).

RESULTADOS

Variación normal

El PCA dio 34 ejes de variación y una varianza total de 0.00346598, de la cual, únicamente los dos primeros PC presentaron una varianza explicada mayor al 10 % (cuadro 2). Por esta razón, y para garantizar que al menos 50 % de la variación total sea considerada, se utilizaron los tres primeros PC (figura 2).

Cuadro 2. Eigenvalores, porcentaje de varianza explicada y porcentaje de varianza acumulada del PCA

Eigenvalor	% de varianza	% de varianza acumulada
0.00098737	28.487	28.487
0.00051589	14.884	43.372
0.00033130	9.558	52.930

De esta forma, la variación morfológica asociada a valores positivos del primer PC muestra rostros con un perfil facial corto, esto es, con narices cortas, fosa infraglabelar corta, labios y barbilla más corta que hacia valores negativos. Asimismo, estos individuos presentan un rostro anteroposteriormente más largo, con orejas colocadas más posterior y un perfil más anterior. En el PC2 se nota, hacia valores positivos, que la región superior del perfil facial está ubicada más posterior que la región inferior, lo que genera un perfil facial prognático. La oreja es más alta y está colocada más superior. Por último, en el tercer PC, hacia valores positivos se encuentran los individuos con narices cortas, con una fosa infraglabelar corta, una región masticatoria ubicada anteriormente en relación con la posición posterior retrognática de la barbilla, y con orejas pequeñas.

Variación asociada con la edad

En este análisis, la primera raíz canónica explicó 78 % de la variación relacionada con la edad. De acuerdo con las distancias de mahalanobis, se pueden diferenciar de manera estadísticamente significativa ($p < 0.0001$) la morfología de todos los grupos de edad. Se encontró una mayor distancia entre los menores de 20 años y los mayores de 60, así como una menor diferenciación morfológica entre los menores de 20 y hasta los de 40 años. En la figura 1 se tiene la trayectoria de

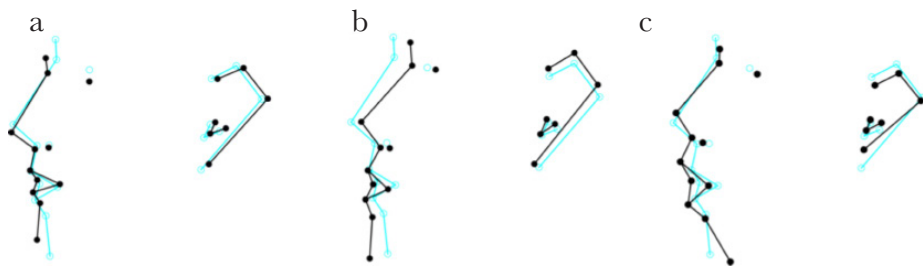


Figura 2. Variación morfológica asociada al PCA. En azul, el polígono de la forma (*shape*) consenso; en negro, el polígono de forma asociado a valores positivos del A) PC1, B) PC2, C) PC3.

cambio morfológico, en donde los grupos de menor edad indican orejas más cortas y con lóbulos más pequeños, una punta de la nariz colocada más superior, y boca más anterior respecto de la barbilla. Mientras que los adultos presentan orejas más grandes, especialmente con el lóbulo más largo, labios más delgados y barbillas más anteriores respecto de la boca; también presentan narices con puntas más inferiores, y una fosa infraglabelar ligeramente más larga.

Variación asociada al sexo

El DFA mostró que las diferencias entre sexos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) después de 1 000 permutaciones. En la validación cruzada (cuadro 3) se logró 82.6 % de clasificación correcta en las mujeres, mientras que 81.6 % de los hombres se clasificaron correctamente. Las principales diferencias morfológicas están en la fosa infraglabelar, la nariz y la inserción de las orejas. De ellas, los varones tienen fosas más cortas, narices más largas e inserciones más superiores.

Cuadro 3. Validación cruzada para 1000 permutaciones ($p < 0.0001$)

<i>Grupo</i>	<i>Femenino</i>	<i>Masculino</i>	<i>Tótal</i>
Femenino	181	38	219
Masculino	89	395	484

Alometría

El tamaño explicó 1.88 % de la variación del perfil facial ($p < 0.0001$), después de 1 000 permutaciones. Los cambios alométricos (figura 3) se ubicaron principalmente en la fosa infraglabelar, que se contrae en relación con el tamaño facial más grande; y en la posición de la oreja, que es más posterior si el tamaño facial aumenta. La alometría explicó 1.56 % ($p < 0.0001$) de la variación de la oreja.

Desarrollo

El desarrollo explicó 3.64 % de la variación del perfil facial ($p < 0.0001$) después de la misma cantidad de permutaciones. El polígono de forma señala los mismos cambios morfológicos conforme aumenta la edad, lo mismo que en la primera raíz canónica. En contraste, la edad influyó en 1.99 % ($p < 0.0001$) de la variación morfológica de la oreja.

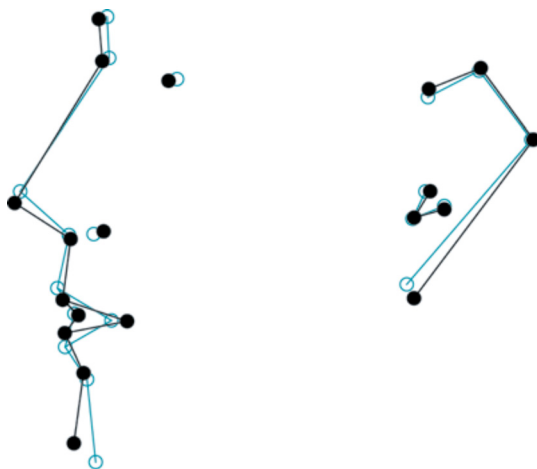


Figura 3. Variación morfológica asociada a los perfiles faciales de menor (color azul) y de mayor (color negro) edad.

Crecimiento

El análisis de regresión indicó que la edad tiene una asociación positiva, estadísticamente significativa ($r = 0.434$; $p < 0.01$) con el tamaño del perfil facial. De la misma forma, la edad de los individuos se relaciona positivamente con el tamaño de la oreja ($r = 0.292$; $p < 0.0001$).

DISCUSIÓN

Se analizó la variación morfológica del perfil facial de una serie de individuos mexicanos y sus componentes ontogenéticos. La principal fuente de variación está relacionada con la altura facial, específicamente en la región de la fosa infraglabelar. Asimismo, se encontró una gran cantidad de variación asociada a la longitud anteroposterior del rostro y la posición del lóbulo de la oreja y de la barbilla. De manera general, los resultados enfatizan que la variación morfológica debe ser interpretada como resultado de múltiples factores, ya que el dimorfismo sexual, la edad y los mecanismos ontogenéticos explicaron parte de los patrones de variación de la muestra.

En este sentido, el rostro en norma lateral presenta un porcentaje alto de variación morfológica asociada al dimorfismo sexual, es decir, hay una alta probabilidad de clasificar a un individuo en el sexo correcto a partir del perfil

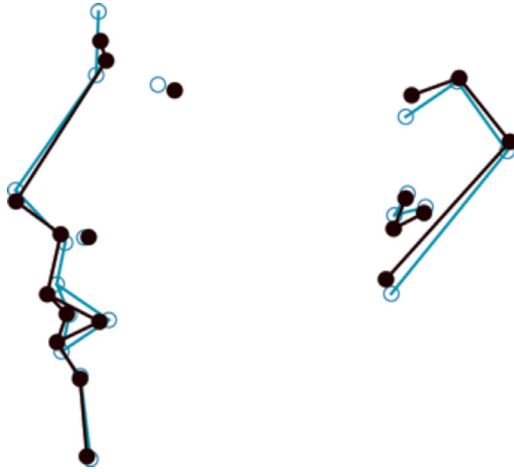


Figura 4. Variación morfológica asociada al dimorfismo sexual. En azul, la morfología masculina; en negro, la femenina.

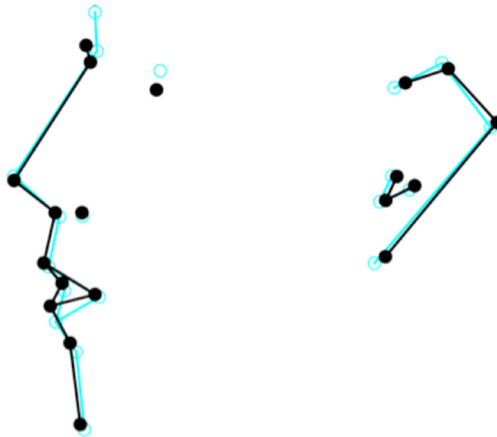


Figura 5. Variación alométrica en el perfil facial. En azul, el polígono de la forma (*shape*) consenso; en negro, la variación morfológica asociada a tamaños faciales más grandes.

facial. De la misma forma, la edad es una fuente de variación que podría aproximar a una morfología específica del perfil facial. Estos resultados podrían ser de utilidad, por ejemplo, en estudios que requieran de identificación de individuos vivos, como en antropología forense.

Con respecto a los procesos ontogenéticos, el perfil facial dio una asociación moderada entre el tamaño y la edad ($r = 0.434$; $p < 0.01$); a pesar de este resultado, el aporte de ambas variables a la forma del perfil facial es diferente. El tamaño, por ejemplo, explica únicamente 1.88 % de la forma facial, mientras que la edad explica 3.64 % de la misma. Asimismo, los cambios morfológicos asociados a ambos componentes de la ontogenia también son diferentes, por un lado, la relación de alometría presenta dos características principales cuando el tamaño facial aumenta: la contracción de la fosa infraglabelar y una posición más posterior de la oreja; cabe mencionar que ninguna de estas había sido reportada anteriormente. Por otro lado, las características morfológicas asociadas al desarrollo son muy similares a las asociadas al envejecimiento, específicamente lóbulos más grandes, labios delgados y barbillas pronunciadas. Estas transformaciones morfológicas han sido reportadas en otras ocasiones (Enlow 1966; Hennessy y Moss 2001).

Estos resultados contrastan con lo reportado por Viarsdóttir *et al.* (2002) para diferentes poblaciones, en donde la variación morfológica asociada al cambio en tamaño y edad es similar: reducción en la longitud y anchura del frontal, disminución relativa de las órbitas e incremento en la altura del maxilar y una expansión del cigomático. Las diferencias pueden deberse al tipo de tejido estudiado, en nuestro caso, tejido blando, en el de Viarsdóttir *et al.* (2002), tejido óseo. Así también, nuestros resultados contrastan con los de Mitteroecker *et al.* (2013) para una muestra de varones, ya que estos autores no encontraron una relación clara entre el tamaño y la forma facial. Como se ha mencionado, es de esperarse que existan diferencias entre poblaciones relacionadas con los componentes ontogenéticos del rostro, debido a la estructura modular y a la interacción durante el desarrollo de los componentes genéticos, epigenéticos y ambientales. Por otra parte, las diferencias en las trayectorias ontogenéticas también pueden variar en el interior de la población, específicamente entre sexos (Bulygina *et al.* 2006); en este estudio no se exploró directamente dicha diferencia; sin embargo, es importante mencionar que se ha reportado que el dimorfismo sexual puede alcanzarse a partir de trayectorias ontogenéticas distintas entre los sexos (Rosas y Bastir 2002).

Es importante recalcar que en nuestra muestra la alometría explicó un porcentaje menor de la variación morfológica. Lo anterior podría relacionarse, por un lado, con la falta de variables craneales o de la variable tamaño corporal en el estudio, ya que se ha reportado que la principal relación de alometría durante la ontogenia es la que involucra al rostro con la bóveda (Rosas y Bastir 2002); mientras que también se ha señalado que en hombres la alometría se da entre la forma facial y el tamaño corporal (Mitteroecker *et al.* 2013). Finalmente, este bajo porcentaje podría deberse al rango de edad de los individuos considerados, ya que los principales brotes de crecimiento se dan en edades tempranas (Farkas *et al.* 1992).

Por último, en este trabajo estudiamos los diferentes componentes ontogénicos en el pabellón auricular, ya que se había sugerido (Burge y Burger 1996) que sus características morfoscópicas son únicas y relativamente estables a lo largo de la ontogenia. De manera general, la oreja presentó asociaciones débiles con dichos componentes; sin embargo, de estas asociaciones, la relación entre el tamaño y la edad fue el factor que explicó el mayor porcentaje de variación. Este resultado apoya la idea de la escasa plasticidad de la oreja durante la ontogenia, es decir, en esta muestra transversal la morfología de la oreja fue afectada principalmente por el crecimiento, específicamente del lóbulo. Las relaciones entre las demás estructuras del pabellón auricular (helix, tragon y antetragon) variaron sutilmente a lo largo del desarrollo.

CONCLUSIÓN

La variación en la forma facial humana adulta puede lograrse por diversos procesos (alometría, desarrollo y crecimiento) y por sus diferencias inherentes. Es importante considerar que la investigación se realizó en una muestra transversal. Sabemos que se podrían recabar resultados más precisos a partir de estudios longitudinales; sin embargo, el alto costo y la gran cantidad de tiempo asociado dificultan el acceso a este tipo de muestras; no obstante, obtuvimos importantes conclusiones:

- 1.- El perfil facial es útil para aproximarse a la edad cronológica y al sexo del individuo.

- 2.- Los diferentes componentes ontogénicos influyen en diferente medida en la variación morfológica facial. Aunque la alometría contribuyó menos a la morfología, sí influyó sobre la posición del pabellón auricular y la altura de la fosa infraglabelar.

3.- La morfología del pabellón auricular tuvo cambios mínimos durante la ontogenia, el principal se refiere al crecimiento del lóbulo.

REFERENCIAS

ATCHLEY, W. Y B. HALL

1991 A model for development and evolution of complex morphological structures, *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 66: 101-157.

BASTIR, M., A. ROSAS Y P. O'HIGGINS

2006 Craniofacial levels and the morphological maturation of the human skull, *Journal of Anatomy*, 209: 637-654.

BULYGINA, E., P. MITTEROECKER Y L. AIELLO

2006 Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population, *American Journal of Physical Anthropology*, 131: 432-443.

BURGE, M. Y W. BURGER

1996 Ear biometrics. Personal identification in network society, A. Jain, R. Bolle y S. Pankanti (eds.), Springer, Nueva York: 273-285.

DRESSINO, V. Y S. LAMAS

2003 Teoría craneana funcional de Cornelis Jakob Van Der Klaauw: una teoría sobre adaptación morfológica, *Episteme*, 16: 99-110.

ENLOW, D.

1966 A morphogenetic analysis of facial growth, *American Journal of Orthodontics*, 52 (4): 283-299.

FARKAS, L., J. POSNICK Y T. HRECZKO

1992 Growth patterns of the face: A morphometric study, *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 29 (4): 308-315.

HENNESY, R. Y J. P. MOSS

2001 Facial growth: Separating shape from size, *European Journal of Orthodontics*, 23: 275-285.

KLINGENBERG, C. P.

- 2011 MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics, *Molecular Ecology Resources*, 11: 353-357.

MITTEROECKER, P., P. GUZN, S. WINDHAGER Y K. SCHAEFER

- 2013 A brief review of shape, form and allometry in geometric morphometrics, with applications to human facial morphology, *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24 (1): 59-66.

MOSS, M. Y R. YOUNG

- 1960 A functional approach to craniology, *Yearbook of Physical Anthropology*, 9: 281-292.

ROHLF, F.

- 2010 TpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.16. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.

ROSAS, A. Y M. BASTIR

- 2002 Thin-plate spline analysis of allometry and sexual dimorphism in the human craniofacial complex, *American Journal of Physical Anthropology*, 117: 236-245.

SERRANO, C., M. VILLANUEVA, J. LUY Y K. F. LINK

- 2000 Sistema computarizado de identificación personal con rasgos morfológicos faciales, *Antropología Física Latinoamericana*, 2: 119-134.

VIOARSDÓTTIR, U., P. O'HIGGINS Y C. STRINGER

- 2002 A geometric morphometric study of regional differences in the ontogeny of the modern human facial skeleton, *Journal of Anatomy*, 201: 2 011-2 229.

VILLANUEVA, M.

- 2010 *Morfología facial. Estudios en población mexicana a través de fotografías digitales*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

WOLF, J., C. ALLEN, W. FRANKINO

- 2004 Multivariate phenotypic evolution in developmental hyperspace, M. Pigliucci y K. Preston (eds.), *Phenotypic integration: Studying the Ecology and Evolution of Complex Phenotypes*, Oxford University Press, Oxford: 366-389.

