



Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales,
Depto. de Antropología, Mención Antropología Física



**ÉVALUACIÓN DEL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE EDAD A TRAVÉS DE LA
SUPERFICIE AURICULAR DEL ILION EN UNA MUESTRA CHILENA
SUBACTUAL (CEMENTERIO GENERAL)**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE ANTROPÓLOGA FÍSICA

Tesista: María José Herrera Soto
Profesor Guía: Rodrigo Retamal Yermani
Santiago, Chile
Septiembre 2012

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Rodrigo Retamal quien me ha entregado importantes herramientas para mi desarrollo como Antropóloga Física desde que ingresé a la mención como alumna, luego como ayudante y ahora en el término de este camino que no ha sido fácil, confiando plenamente en mí.

Además, me gustaría agradecer a mis profesores de comisión Sergio Flores y Miguel Soto por su colaboración en la realización de esta memoria; sus comentarios y aportes enriquecieron esta investigación de manera importantísima.

Me es también importante agradecer a Marisol Intriago (SML), quien me capacitó en el método de estimación de edad a través de la superficie auricular con una gran voluntad y paciencia. También a las estudiantes de Antropología Sandra Flores, Paloma Contreras, Paulina Morales, Karmina Jara, Rocío González y María José Moraga, quienes colaboraron en el proceso de selección de los coxales de la colección Cementerio General.

Además, me gustaría expresar mis más profundos agradecimientos a mis compañeros, amigos y colegas Antropólogos Físicos, especialmente a Violeta Abarca, María Antonieta Campano y Pamela Orozco que me han alentado a continuar cuando menos quería. Como no agradecer a mis grandes amigas de Antropología (las chiquillas) quienes contribuyeron de manera importante en mi formación personal y profesional, con quienes viví importantes momentos... ¡gracias, amigas por todo!

Agradezco a mis grandes amigos de la vida (Javiera, Sebastián, Juan), pero especialmente a mi hermana Paula, por esas conversaciones profundas acompañadas de grandes carcajadas, llantos y abrazos, por ser parte de mi familia y yo de la suya.

A Mónica Ledezma por apoyarme en este proceso, dándome fuerzas cuando más lo necesitaba con todo el cariño y paciencia del mundo.

A mi papá (José Herrera) quien desde pequeña me entregó con mucho amor el poder de la mirada crítica y la preocupación por el otro, el interés por ser mejor para mejorar nuestra sociedad. A mi mamá (Soledad Soto) por guiarme en cada paso de mi vida, por enseñarme cosas nuevas como ese primer libro leído el que me hizo descubrir el maravilloso mundo de la lectura, por preocuparse de los más mínimos detalles hasta hoy en día. A mi hermano (Cristian Herrera) mi gran compañero y amigo de la infancia... gracias por enseñarme a compartir.

Por último, quiero agradecer a mi abuela (Juana Zúñiga), a quien admiro por su constante lucha por sus convicciones, a pesar de la incompreensión de los otros, por ser una mujer fuera de su época y por ese gusto por viajar y conocer que tanto me heredaste. En fin, por ser mi gran abuelita, por ser una gran mujer. Esta tesis es para ti.

ÍNDICE

I. Resumen.....	6
II. Introducción.....	7
1. Antecedentes Teóricos.....	8
1.1 Problema paleodemográfico de la estimación de edad.....	10
1.2 El error en la estimación de edad.....	11
1.3 Resolviendo el error en la estimación de edad.....	14
1.4 Articulación sacroilíaca como estimador de edad de muerte.....	15
Método de Osborne y cols. (1994).....	17
III. Problema de Investigación, Hipótesis y Objetivos.....	21
1. Planteamiento del problema.....	21
2. Objetivo general.....	21
3. Hipótesis.....	21
3.1 Predicciones.....	21
4. Objetivos específicos.....	22
IV. Material y métodos.....	23
1. Selección de la muestra.....	23
2. Metodología.....	24
2.1 Error Intraobservador.....	28
2.2 Construcción del nuevo método.....	29
2.3 Modelo ANOVA.....	29
2.4 Contrastación de la hipótesis de trabajo.....	30
2.5 Validación de los resultados.....	30
V. Resultados.....	34

1.	Composición etaria y sexual.....	34
2.	Estadística descriptiva.....	35
3.	Prueba de normalidad.....	41
4.	Construcción del modelo ANOVA.....	42
4.1	Edad ajustada por sexo, fase e interacción fase-sexo.....	42
4.2	Edad ajustada por las fases.....	43
5.	Comparación entre método de Osborne y cols. (2004) y muestra Cementerio General.....	47
6.	Validación de los resultados.....	48
VI.	Discusión.....	52
1.	Revisión de los resultados.....	52
2.	Estimación de edad en Cementerio General.....	55
2.1	Precisión y certeza.....	58
2.2	Error bio-cultural en Cementerio General.....	62
VII.	Conclusión.....	66
VIII.	Bibliografía.....	69
IX.	Anexo 1.....	79

I. RESUMEN:

En identificación humana de contextos forenses y bioarqueológicos, se hace necesaria la puesta a prueba y el ajuste de las diferentes herramientas que no han sido desarrolladas en las poblaciones de estudio. Servicios forenses y bioantropológicos chilenos comúnmente utilizan este tipo de herramientas, sin conocer si los resultados son aplicables a nuestra población.

El objetivo del presente trabajo consistió en poner a prueba y ajustar el método propuesto por Osborne y cols. (2004), para la estimación de edad en la superficie auricular del ilion, en una muestra esquelética de población chilena y subactual de Santiago, de edad y sexo conocido (187 individuos, 91 femeninos y 96 masculinos). Para ello se utilizaron intervalos de confianza al 95% y se construyó un modelo ANOVA para evaluar la significación del sexo en la estimación de edad. Además, se compararon los resultados originales con los obtenidos en el presente trabajo, mediante la prueba T de Student para cada una de las fases y el cálculo de la precisión y certeza.

Los resultados muestran que aunque el método de Osborne y cols. (2004) no arroja diferencias significativas en relación a la muestra chilena, la precisión obtenida mediante el nuevo método se redujo notablemente, manteniendo la misma certeza. El presente trabajo muestra la complejidad de la aplicación de este método, dado que las características para diferenciar cada fase son confusas, especialmente en las fases intermedias, en donde se observa un mayor error en la estimación.

II. INTRODUCCIÓN

La presente investigación evalúa el método de estimación de edad basado en la superficie auricular del ilion, propuesto por Osborne y cols. (2004), en una muestra esquelética chilena, subactual y adulta. El propósito de este estudio fue el de aportar nueva información sobre este indicador en apoyo a los procesos de identificación en ciencias forenses, considerando la variabilidad que puede tener éste en población chilena, en comparación con la muestra estadounidense, con la que fue desarrollada (Lovejoy y cols. 1985b, Osborne y cols. 2004). Este estudio se caracteriza por ser de carácter exploratorio y descriptivo, apuntando a la búsqueda de un método de estimación de edad que pueda ser utilizado posteriormente en población chilena.

La estimación de la edad de muerte constituye una parte fundamental de la reconstrucción del perfil biológico de un individuo o de un grupo esquelético, en conjunto con la estimación del sexo, estatura y ancestría. Es por esto que el conocimiento de distintos métodos de estimación de edad es de suma importancia para las diversas ramas de la Antropología Física, como la Antropología Forense, la Bioarqueología y la Paleodemografía (Rodríguez 1994, Krenzer 2006). Sin embargo, la estimación de la edad es uno de los pasos más complicados en la reconstrucción del perfil biológico (Rodríguez *op. cit.*), ya que se basa en la observación de etapas de desarrollo y de eventos degenerativos del esqueleto humano, los cuales no ocurren necesariamente con precisión respecto a la edad cronológica (White y Folkens 2005). Esta particularidad hace que individuos de una misma edad cronológica puedan presentar distintas etapas de desarrollo o degenerativas, por lo que siempre existirá un grado de imprecisión al estimar la edad en esqueletos (*op. cit.*). Esta imprecisión sería menor en infantes y subadultos, debido a que su estimación se basa más en patrones de crecimiento y desarrollo que en eventos degenerativos, los cuales serían más precisos, mientras que en adultos aumentaría la imprecisión, ya que se asocia más a signos degenerativos de la anatomía esquelética (Klepinger 2006). Además, la variabilidad

biológica y cultural de cada individuo y de su población, hace aún más imprecisa la estimación de edad, siendo todavía mayor al aplicar un mismo método en poblaciones geográfica y temporalmente distintas (Krenzer 2006, Komar y Buikstra 2008).

Debido a lo anterior, la estimación de edad se ha constituido en un gran desafío para la Antropología Física y Forense (Falys y cols. 2006, Mulhern y Jones 2005, Igarashi y cols. 2005, Osborne y cols. 2004, Buckberry y Chamberlain 2002, Lovejoy y cols. 1985a,b), por lo que se han propuesto distintos métodos macroscópicos y microscópicos para mejorar la precisión y la certeza de la estimación de la edad cronológica, tanto en esqueletos subadultos como adultos (Klepinger 2006, Krenzer 2006, Buikstra y Ubelaker 1994, Rodríguez 1994).

1. Antecedentes Teóricos

Tradicionalmente, los métodos de estimación de edad de muerte han utilizado cálculos de tendencia central de la edad para el estado de un indicador particular – fases- en series de referencia o bien, han usado ecuaciones de regresión de la serie de fases sobre la edad documentada (regresión inversa) como una manera de predecir la edad de un individuo blanco (Chamberlain 2006). Por otra parte, otros métodos han ajustado fórmulas de regresión de algún indicador de naturaleza continua sobre la edad, como son los métodos de estimación de la edad a partir de la transparencia radicular (Gustafson 1950, Lamendin y cols.1992, entre otros).

Con respecto a los primeros análisis, la relación entre la edad cronológica de muerte y el estado o fase del indicador esquelético es usualmente modelado utilizando series de referencia compuestas por un conjunto de esqueletos, cuyas edades y estado del indicador son conocidos (Chamberlain 2006). De esta manera, y siguiendo un supuesto uniformitarista (en donde la relación entre la

edad y el indicador es constante entre las muestras y las poblaciones), la edad cronológica de cualquier esqueleto desconocido puede ser estimada a partir de un indicador conocido, teniendo en cuenta la covariación entre la edad cronológica y el indicador dentro de una muestra de una población en particular.

La consecuencia de basarse en premisas uniformitaristas, conlleva a considerar a las colecciones esqueléticas estudiadas como poblaciones estacionarias o estables, en donde los cambios demográficos son similares en todas las poblaciones (Howell 1976) y, a su vez, los procesos biológicos asociados a la edad son los mismos en las poblaciones (Hoppa 2002). Lo anterior supone que los cambios de un indicador morfológico para la estimación de edad varían de modo conocido respecto a la edad cronológica (Chamberlain 2006). De esta manera, la relación entre la fase del indicador (I) y la edad del individuo (A) puede modelarse mediante una función lineal continua. De acuerdo a este modelo, cada fase (I) del indicador está determinada por la edad del individuo A y por otros factores, siendo estos últimos subsumidos bajo un término de error aleatorio (e). Si la función $f(A)$ es conocida, entonces A puede ser calculada a partir de I , aunque su precisión dependerá de la magnitud del error e , el cual en los casos biológicos es a menudo sustancial y podría incrementar con el aumento de la edad (*op. cit.*).

Los métodos de estimación de edad en adultos comprenden distintos estudios macroscópicos, histológicos y químicos (para una revisión ver Komar y Buikstra 2008, Buikstra y Ubelaker 1994, Krenzer 2006, Rodríguez 1994, Klepinger 2006, White y Folkens 2005). Los métodos macroscópicos están asociados a los cambios degenerativos en distintas áreas del esqueleto, como la sínfisis púbica (Todd 1920, McKern y Stewart 1957, Gilbert y McKern 1973, Stewart 1979a, Suchey y cols. 1984, Suchey y Katz 1986, Ubelaker 1989, Meindl y Lovejoy 1989, Brooks y Suchey 1990), el extremo esternal de la cuarta costilla (Iskan y cols. 1984, 1985, 1987, 1993; Iskan y Loth 1986, 1989; Yoder y cols. 2001), el cierre de las suturas craneales (Todd y Lyon 1924, 1925a, b, c; Masset 1989; Acsádi y Nemeskéri 1970; Meindl y Lovejoy 1985; Key y cols. 1994; Nawrocki

1998), la metamorfosis de la superficie auricular del ilion (Lovejoy y cols.1985b; Meindl y Lovejoy 1989; Murray y Murray 1991; Schmitt y cols.2002, 2004; Osborne y cols. 2004; Mulhern y Jones 2005; Falys y cols. 2006), entre otros.

Un problema que presentan todas estas técnicas es la interacción entre las variables biológicas y culturales (factor biocultural) que afecta la historia de vida de cada individuo, por lo que la estimación de edad se vuelve problemática debido a una mayor imprecisión e incerteza (Rodríguez 1994, Mulhern y Jones 2005). Lo anterior ha impulsado la aplicación de varios métodos de estimación de edad en individuos adultos para fortalecer la validez de una edad asignada (Falys y cols. 2006), aunque trae por consecuencia mayores errores en precisión.

1.1 Problema Paleodemográfico de la Estimación de Edad

El debate sobre la certeza, precisión y validez de los métodos de estimación de edad en colecciones esqueléticas se inició a principios de la década del ochenta con la publicación de Bocquet-Appel y Masset (1982), en la cual exponen que no es posible estimar la edad en colecciones esqueléticas, debido a dos problemas principales presentes en los estudios paleodemográficos: primero, los perfiles de edad de muerte de las poblaciones arqueológicas son derivadas de las distribuciones etarias de muestras de referencia históricas o subactuales y segundo, los estimadores de edad exhiben una inherente imprecisión e incerteza, debido al intento de correlacionar rasgos biológicos con la edad cronológica, para estimar estructuras demográficas de mortalidad en colecciones esqueléticas.

Junto con esto, dan a conocer que el error estadístico influye notoriamente en las estimaciones, lo cual vale tanto para las colecciones bioarqueológicas como para casos subactuales y forenses. Es así que la eficacia de la estimación de edad en individuos de otra población dependerá de la extensión de la estructura etaria de la población de referencia, es decir, conocer la cantidad de individuos jóvenes y

seniles de ésta es importante para realizar inferencias paleodemográficas. Además hay que considerar que usualmente se deja fuera de las muestras de estudio a los individuos de mayor edad de una colección, lo cual influye en el error de la distribución etaria, junto con la estimación del dimorfismo sexual, que es pasado por alto por la mayoría de los investigadores al momento de estimar la edad.

Estos autores arguyen que generalmente quienes realizan estudios paleodemográficos asumen que la evolución ósea no ha variado desde la Prehistoria hasta el presente, por lo que se pueden incluir las diferencias óseas entre poblaciones, lo que se traduce en una dura crítica al supuesto uniformitarista. Por consiguiente, plantean que existe un cambio secular en el desarrollo esquelético, es decir, una alteración de los indicadores de estimación de edad, como ocurre con el método de cierre de las suturas craneales, las cuales se han osificado cada vez más temprano a lo largo de los últimos cien años (Masset y de Castro e Almeida 1981).

La respuesta a las críticas de Bocquet-Appel y Masset (1982) no se dejaron esperar, por lo que varios autores defendieron el estudio paleodemográfico argumentando que si bien esta disciplina presenta varias dificultades, era extremista manifestar la imposibilidad de realizar estudios de este tipo. Por el contrario, mediante el mejoramiento de los métodos de estimación de sexo y, principalmente, de edad, además de trabajar con muestras representativas, sus defensores arguyen que es posible llevar a cabo estudios paleodemográficos confiables (Buikstra y Konigsberg 1985, Konigsberg y Frankenberg 1994).

1.2 El error en la estimación de edad

Sin embargo lo anterior, hay que reconocer que en los métodos de estimación de edad coexisten dos errores, uno asociado a los procesos biológicos y otro de tipo

estadístico (Bocquet-Appel y Masset 1982). El error asociado a la biología del individuo o de las poblaciones, se relaciona con dos tipos de “edad”: edad biológica y edad cronológica (Nawrocki 2010). Mientras que la edad cronológica es la edad actual del individuo, medida en días o años desde su concepción o nacimiento, la edad biológica tiene relación con el desarrollo, maduración y envejecimiento del individuo, en donde ciertos rasgos morfológicos son utilizados como indicadores de las diferentes fases de desarrollo, de acuerdo a su aparición o desaparición. Por lo tanto, un indicador morfológico reflejaría la edad cronológica de manera indirecta e incompleta (*op. cit.*). Esta transformación de la descripción del indicador esquelético (fase) en otra variable (edad cronológica), conlleva siempre un error en donde influyen factores biológicos y culturales.

Otro fenómeno a considerar, es la tendencia del aumento de error con el incremento de la edad, llamado “efecto de trayectoria” (Nawrocki 2010). Los errores en la estimación de edad en subadultos son notoriamente menores en comparación con adultos. Aun así, dentro de los subadultos, se observa que el error aumenta desde el nacimiento hasta la adolescencia. En adultos, esta tendencia es aún más evidente. Por ejemplo, en la estimación de la edad a partir de la sínfisis púbica propuesta por Brooks y Suchey (1990), el error para la fase uno es de nueve años y gradualmente aumenta a 52 años para la fase seis. Efectos similares se observan en la mayoría de las fases de los métodos de estimación en adultos (Brooks y Suchey 1990, Uhl 2007 en Nawrocki 2010).

Lo anterior se explica por la acumulación de fuerzas biomecánicas y fisiológicas propias de las diferencias individuales de cada sujeto que producen cambios en los indicadores esqueléticos, los cuales siguen diferentes trayectorias en los individuos. De esta manera, a medida que aumenta la edad, estas diferencias se acumulan, produciendo disimilitudes en la apariencia de los indicadores esqueléticos, incluso entre individuos de la misma edad cronológica. En consecuencia, el error en cada indicador aumenta y la trayectoria de un individuo cambia, haciendo todavía más imprecisa la predicción de la edad cronológica

(Nawrocki 2010). En el siguiente gráfico se muestra que la variación de los indicadores según la edad, aumenta en relación a ésta, resultando en intervalos de errores mayores para cualquier técnica de estimación de edad. Las líneas punteadas representan los límites de la variación, mientras que la línea continua representa el valor promedio (Figura 1).

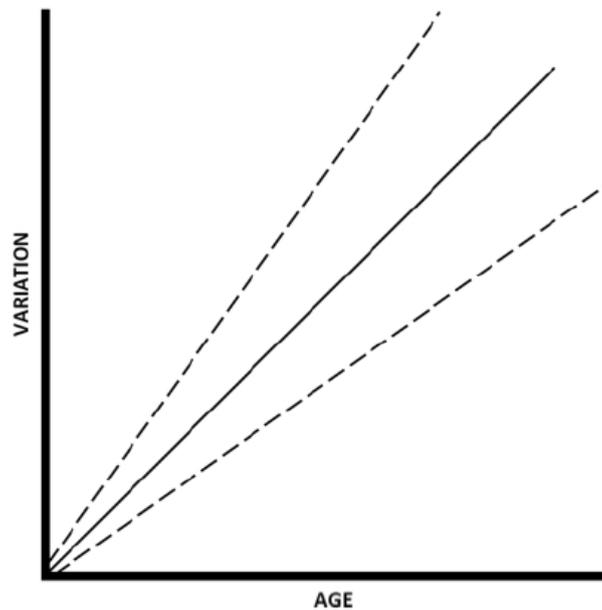


Figura 1: “Efecto de trayectoria” en la estimación edad cronológica (tomado de Nawrocki 2010).

La composición de la muestra también puede incidir en el efecto de trayectoria, ya que si está constituida por mayor cantidad de individuos seniles, se podría concluir de forma errónea que el método no es preciso, debido a que los errores son mayores en los grupos más viejos. Por el contrario, si los individuos jóvenes dominan la muestra, se podría sobreestimar la precisión del método. Además, es posible mal interpretar resultados de precisión y certeza, dando cuenta de que no se cumple el efecto de trayectoria en algún estudio. Esto, porque el incremento de individuos adultos jóvenes en una muestra, podría inflar la tasa de error total como

también el número de adultos mayores. En cambio, muestras que están compuestas por muchos adultos medios, con bajos números de jóvenes y seniles, podría arrojar tasas de error más bajas de lo normal (Nawrocki 2010).

1.3 Resolviendo el error en la estimación de edad

Dado el gran debate surgido en los ochenta sobre los errores que conlleva la estimación de edad en estudios paleodemográficos (Bocquet-Appel y Masset 1982), a partir de la década del noventa surgen propuestas de métodos estadísticos alternativos para la estimación de la edad con el trabajo de Konigsberg y Frankenberg (1992), en donde tratan tres puntos problemáticos: en los estudios antropológicos y demográficos la tasa de crecimiento no debería ser conocida; muchas muestras osteológicas no son representativas; y las edades son usualmente estimadas más que conocidas (*op. cit.*).

De esta manera, se han utilizado distintas herramientas estadísticas para disminuir la imprecisión y la incerteza de las estimaciones intentando corregir los métodos clásicos como la sínfisis púbica y la superficie auricular, entre otros, y a su vez, usando estos métodos en conjunto con análisis estadísticos como el resumen multifactorial de edades (Lovejoy y cols. 1985a), análisis de transición (Konigsberg y cols. 2008) y estadística bayesiana (Konigsberg y Frankenberg 1992).

Por consiguiente, en la actualidad se ha intentado ajustar, corregir y/o modificar los métodos de estimación de edad antroposcópicos, principalmente los métodos de la sínfisis púbica y el de la superficie auricular, teniendo en cuenta los problemas expuestos anteriormente (Komar y Buikstra 2008). En particular, para la estimación de edad mediante la superficie auricular han surgido diversos estudios con poblaciones de ancestría distinta y con nuevas propuestas de análisis realizando modificaciones al método con el objetivo de otorgarle mayor precisión y

certeza (Murray y Murray 1991, Buckberry y Chamberlain 2002, Osborne y cols. 2004, Falys y cols. 2006).

Debido a lo anterior, el objetivo de evaluar este método en población chilena subactual constituye un aporte para el mejoramiento de la técnica y, por ende, de las estimaciones en individuos chilenos, objetivo que es compartido entre distintos investigadores que han utilizado colecciones esqueléticas de diversos países con el fin de disminuir los errores de precisión y certeza y ajustar el método (Schmitt y cols. 2002, Komar y Buikstra 2008).

1.4 Articulación sacroilíaca como estimador de edad de muerte

Este método fue desarrollado originalmente por Lovejoy y cols. (1985b) en muestras esqueléticas de edad desconocida (colección arqueológica de Libben) y de edad documentada (colección Hamann-Todd), además de algunos casos forenses (Klepinger 2006, Osborne y cols. 2004). Los autores mostraron la existencia de correlación entre la edad estimada mediante varias regiones del esqueleto (sínfisis púbica, desgaste dental, entre otros) y la morfología de la superficie auricular (Lovejoy y cols. 1985a, Osborne y cols. 2004). Realizando pruebas de precisión y de certeza en las estimaciones hechas, estos autores caracterizaron ocho fases desde los 20-24 a los 60 o más años de edad en rangos de cinco y diez años, acompañadas de fotografías de moderada claridad (Klepinger 2006). Cada fase fue considerada aplicable tanto en hombres como mujeres, al menos que éstas últimas presenten un surco preauricular bien desarrollado (Lovejoy y cols. 1985b).

En particular, el método de estimación de edad mediante la superficie auricular del ilion posee la ventaja de que este hito anatómico presenta mejor conservación en restos arqueológicos, en especímenes incinerados y mayores de 50 años, en comparación a la sínfisis púbica, la cual suele destruirse con mayor facilidad por

ser una zona más expuesta y frágil (Lovejoy y cols. 1985b, Rodríguez 1994, Klepinger 2006). Sin embargo, su interpretación es más difícil, dado que sus cambios morfológicos son más complejos (Lovejoy y cols 1985b).

Precisamente, las críticas hacia este método recaen en su compleja aplicación y en el uso de la seriación de este hito anatómico, lo que dificulta su aplicación en el ámbito forense, donde no es posible realizar esta técnica (Klepinger 2006). Además, se ha criticado que los autores no entregaron los resultados de los errores de estimación para cada fase. Por otra parte, la clasificación de las fases es problemática, ya que es más probable clasificar incorrectamente una fase, principalmente en casos forenses, lo que se evitaría con rangos etarios más amplios (Osborne y cols 2004).

Una evaluación del método realizada por Murray y Murray (1991) en la Colección Terry, arrojó que el sexo y la ancestría no eran variables significativas en el cambio degenerativo de la superficie auricular (Klepinger 2006, Buckberry y Chamberlain 2002). Sin embargo, hallaron que el método consistentemente subestimaba la edad de los individuos más viejos y sobrestimaba la edad de los individuos más jóvenes de la muestra (Klepinger *op. cit.*), un error que es común a los métodos de estimación de edad en muestras esqueléticas (Chamberlain 2006).

Buckberry y Chamberlain (2002, Falys y cols. 2006), utilizando la colección esquelética Spitalfields de Londres reevaluaron este método y propusieron un nuevo sistema cuantitativo para facilitar la identificación de los cambios morfológicos. Ellos evaluaron cada rasgo de la superficie auricular por separado y luego en conjunto, defendiendo su facilidad de aplicación en comparación al método de Lovejoy y cols. (1985b). Esto, debido a que los rasgos de la superficie auricular son observados de manera independiente y cuantitativamente. Mulhern y Jones (2005) aducen que este método presenta mayor validez en la estimación de edad de individuos sobre 60 años, aunque presenta una gran inexactitud en los rangos etarios más jóvenes.

Método de Osborne y cols. (2004)

Osborne y cols. (2004, Klepinger 2006, Komar y Buikstra 2008) pusieron a prueba y redefinieron el método de Lovejoy y cols. (1985b), utilizando las colecciones Terry y Bass (población norteamericana del siglo XX) de edad conocida. Los autores propusieron seis fases en vez de ocho, con intervalos de predicción mucho más amplios que los propuestos originalmente. Sus resultados mostraron que el sexo y la ancestría no influyeron significativamente en la edad. Debido a estas modificaciones, Klepinger (2006) considera que este método es más fidedigno para análisis forenses, ya que amplía los rangos etarios, lo que se acerca más a la realidad de su variación. Sin embargo, la ampliación de los rangos etarios trae como consecuencia una mayor superposición de las fases, dificultando la distinción entre una fase y otra, haciendo más imprecisa esta técnica y por tanto más difícil la estimación de la edad (Komar y Buikstra 2008).

Los resultados de Osborne y cols. (2004) con respecto a la influencia del sexo y de la ancestría en la estimación de la edad contrastan con los observados por Schmitt y cols. (2002), quienes analizaron una amplia muestra de poblaciones de distinta ancestría (africanos, norteamericanos, europeos y asiáticos), encontrando que el sexo tiene poca influencia en los cambios morfológicos de la superficie auricular, al contrario de la ancestría, la cual presenta diferencias significativas entre los grupos analizados, siendo la muestra asiática marcadamente distinta (Komar y Buikstra 2008).

Sin embargo, los mismos autores (Osborne y cols. 2004) consideran que su método es poco preciso, arguyendo que estos resultados reflejan el problema de la estimación de edad en adultos, más que una dificultad específica de la estimación de edad mediante la superficie auricular.

La crítica realizada por Osborne y cols. (2004) sobre la precisión y certeza del método se refleja en los intervalos de confianza, los que fueron calculados en la

presente Memoria de Título, a partir de los resultados obtenidos por estos autores, ya que no fueron publicados (Tabla 1). Los cálculos muestran superposición entre fases contiguas desde la fase dos hasta la seis, con hasta cinco años de superposición. Las medias muestran que a medida que aumentan las fases también aumenta la edad, en tanto la desviación estándar de cada fase es notoriamente alta a partir de la fase dos, dando cuenta de una alta dispersión de la estimación de la edad realizada por los autores.

La certeza en Osborne y cols. (2004) muestra resultados con un bajo error, en donde hay valores altamente certeros (0.0 años) en las fases uno, cuatro y cinco, mientras que en las demás hay sobreestimación de 0.3 años en la fase dos, 0.1 años en la fase seis y subestimación de -0.4 años en la fase tres. Sin embargo, la precisión de la estimación de edad en la muestra estadounidense es bastante baja, disminuyendo drásticamente a partir de la fase tres, obteniendo un promedio de 11.3 años en la muestra. Es importante recalcar, entonces, este método presenta superposición entre los rangos estimados para las fases tres a seis.

Por consiguiente, al estimar la edad de un individuo mediante esta técnica, hay una gran probabilidad de que le sea asignada correctamente un rango etario, pero estos son tan poco precisos, que es prácticamente lo mismo que se le asigne cualquier fase, porque cada una contiene a otra. Esto lo podemos observar, además, en los “rangos sugeridos” (*Suggested Age Range*), publicados por Osborne y cols. (2004), en los cuales no se explica cómo fueron calculados. Ninguno de estos rangos sugeridos se separan claramente entre sí, en donde los rangos de las fases cuatro, cinco y seis, prácticamente son un mismo rango. Aún más, las primeras tres fases de este método abarcan la mayor parte del espectro etario de un individuo adulto, por lo que podrían perfectamente convertirse en las únicas verdaderamente útiles, si bien las fases cuatro a seis muestran que el individuo es mayor a 25 o 30 años. Dado lo anterior, es lógico que el método propuesto por Osborne y cols. (2004) exhiba altos porcentajes de acierto en la estimación de edad, debido a su muy baja precisión. Esto, a simple vista sugiere

una alta confiabilidad del método, pero al tomar en cuenta la enorme superposición entre fases, el método pierde confiabilidad.

Fase	Obs	Media	Desv. Est.	Rangos Sugeridos	Intervalo	Confianza 95%	Precisión	Certeza
1	11	21.1	2.98	≤27	19.098	23.102	2.7	0.0
2	13	29.5	8.2	≤46	24.545	34.455	6.2	0.3
3	37	42	13.74	≤69	37.419	46.581	11.2	-0.4
4	82	47.8	13.95	20-75	44.735	50.865	11.5	0.0
5	17	53.1	14.14	24-82	45.83	60.37	10.3	0.0
6	102	58.9	15.24	29-89	55.907	61.893	12.9	0.1
Total	262						11.3	-0.0

Tabla 1. Estadística descriptiva y rangos sugeridos por Osborne y cols. (2004).

En nuestro país, los servicios forenses actualmente utilizan el método de Osborne y cols. (2004) para la estimación de edad en la superficie auricular, debido a que es considerado uno de los métodos más certeros y precisos por los resultados obtenidos en la muestra estadounidense (Marisol Intriago com. pers.). Sin embargo, esta técnica no ha sido evaluada en nuestra población, desconociéndose el grado de certeza y precisión que posee. Además, considerando la baja precisión, gran superposición de las fases y rangos etarios muy amplios del estudio original, es cuestionable la confiabilidad del método, siendo necesario evaluarlo y ajustarlo en una muestra de población chilena, como puede ser la colección osteológica Cementerio General, perteneciente a población chilena santiaguina subactual, lo cual podría esclarecer cómo se comporta este método en nuestra población.

Lo anterior en consideración de que este método y en general, la mayor parte de los métodos de estimación de edad, se han elaborado en muestras de población norteamericana y europea, los cuales no necesariamente se ajustan a la población

chilena, debido a que la covariación entre la edad y los cambios del indicador pueden ser específicos a cada población (Krenzer 2006, Komar y Buikstra 2008).

De esta manera, la revisión y ajuste del método de la superficie auricular puede contribuir de forma importante y directa en el proceso de identificación de individuos chilenos en contextos forenses, tanto en casos actuales como en individuos sin identificar como consecuencia de las violaciones a los derechos humanos durante la dictadura militar en Chile (1973-1988), así como puede apoyar la realización de estudios en los distintos campos de la Antropología Física. En síntesis, la presente investigación posee un carácter exploratorio-descriptivo, teniendo como finalidad realizar los primeros avances en la evaluación de un método antroposcópico de estimación de edad de muerte en población chilena.

III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo se ajusta el método de Osborne y cols. (2004) a la población chilena?

¿Este método es aplicable en población chilena subactual?

¿Cuáles son sus errores en precisión y certeza en población chilena?

En caso de ser aplicable, ¿Es posible que un ajuste a la población chilena reduzca la imprecisión de la técnica original?

2. OBJETIVO GENERAL:

Ajustar el método de estimación de edad en la superficie auricular propuesto por Osborne y cols. (2004) en una muestra de población chilena subactual.

3. HIPÓTESIS:

La relación entre la edad biológica y la edad cronológica son diferentes entre la población chilena y la muestra utilizada por Osborne y cols. (2004).

3.1 PREDICCIONES

Si se cumple la hipótesis de trabajo, la estimación de la edad según el método propuesto por Osborne y cols. (2004) presentaría diferencias significativas respecto a la edad estimada en la muestra de población chilena subactual, exhibiendo, además, errores de precisión y/o de certeza mayores en la muestra chilena respecto a los observados en el trabajo original.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- i. Seleccionar una muestra de aurículas analizables presentes en la colección Cementerio General.
- ii. Medir el error intraobservador para cada una de las fases.
- iii. Estimar las fases propuestas por Osborne y cols. (2004) a partir del material seleccionado.
- iv. Realizar análisis descriptivos e intervalos de confianza para cada una de las fases sobre la muestra seleccionada.
- v. Probar la eventual existencia de diferencias significativas entre hombres y mujeres para cada fase.
- vi. Comparar las medias de las edades estimadas por Osborne y cols. (2004) con las edades observadas en la muestra chilena subactual.
- vii. Evaluar los resultados obtenidos para cada fase con una muestra independiente.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Selección de la Muestra

Se utilizará la colección osteológica Cementerio General para la realización del presente estudio, correspondiente a individuos chilenos fallecidos durante las décadas de 1960, 1970 y 1980 (Lemp y cols. 2008, Abarca 2008 y 2011). Esta colección fue creada entre los años 1969 a 1978 en el marco de un proyecto a cargo del profesor Juan Munizaga (1934–1996), biólogo y académico de la Universidad de Chile quien desarrolló la disciplina de Antropología Física en nuestro país. La creación de la colección Cementerio General tuvo el propósito de revisar diferentes métodos de identificación antropológica en población chilena, debido a la falta de estándares adecuados para la identificación forense, aplicables a la población chilena (Lemp y cols. *op. cit.*, Díaz 2009, Aspillaga com. pers.). El Decreto Supremo n° 254 del 30 de Marzo de 1992 otorgó legitimidad legal a la creación de esta colección y a las donaciones realizadas por los cementerios de Chile (Paredes y cols. 1993-1994). Esta colección se encuentra ubicada actualmente en el área patrimonial de la Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

Debido a la organización existente en el Cementerio General de Santiago, se pudo obtener un conjunto de osamentas que cuentan con una debida documentación sobre la procedencia de los restos dentro del cementerio (galería, patio, etc.), así como el sexo, edad de muerte y causa de muerte. Gracias a su contextualización histórica (Abarca 2011), se conoce que los restos de esta colección provienen principalmente de comunas periféricas de la ciudad de Santiago, por lo que se supone que pertenecieron a estratos socio-económicos bajos de mediados del siglo XX, lo que conlleva importantes implicancias bioculturales asociadas a baja calidad de vida en relación a su salud, nutrición y educación (Valiente y Arteaga 1965).

De esta colección se seleccionaron esqueletos que presentaran al menos una superficie auricular del coxal –aurícula- en buen estado de conservación. En relación a la edad, se consideraron esqueletos de 15 a 79 años. Se seleccionó un total de 187 esqueletos, 91 femeninos y 96 masculinos, estableciéndose seis rangos etarios (Ver tabla de muestra en Anexo 1, página 77).

La muestra seleccionada presenta un número similar de esqueletos femeninos y masculinos para cada década, lo que podría contribuir a la observación de la variabilidad morfológica de cada rasgo a lo largo del tiempo en ambos sexos.

En la Tabla 2 se observa la composición etaria y sexual de la muestra. Las edades están divididas en décadas.

Rangos Etarios	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
20-29	18	29	47
30-39	12	19	31
40-49	12	13	25
50-59	13	14	27
60-69	21	12	33
70-79	15	9	24
Total	91	96	187

Tabla 2: Composición etaria y sexual de la muestra Cementerio General

2. Metodología

Cada aurícula (articulación sacroilíaca del ilion) fue clasificada de acuerdo al método propuesto por Osborne y cols. (2004), el cual se basa en el método original de Lovejoy y cols. (1985b), aplicando los siguientes términos (traducido de Lovejoy y cols. 1985b):

- Aurícula o superficie auricular: Área del hueso subcondral que forma la porción ilíaca de la articulación sacroilíaca (Figura 2).
- Semicaras: La forma de la típica superficie auricular se asemeja a un *boomerang* u oreja, con el ápice en la unión de la superficie con la terminación posterior de la línea arqueada, delimitando la semicara superior. La respectiva cara inferior se ubica por debajo de esta área.
- Ápice: Descrito como el área de contacto de la superficie articular con la terminación posterior de la línea arqueada.
- Área retroauricular: Es el área general posterior a la superficie auricular en donde se insertan los ligamentos lumbosacro y sacroilíaco.
- Porosidad: Perforaciones del tejido subcondral de la superficie auricular. La microporosidad se define como pequeñas y finas perforaciones; por su parte, la macroporosidad es menos regular, de mayor tamaño y con perforaciones ovales que oscilan entre 1 a 10 mm de diámetro. No se debe confundir con la erosión surgida postmortem ni con las consecuencias de patologías como la osteopenia e hiperostosis.
- Granulosidad: Se refiere a la apariencia tosca de la superficie con relación a su fina estructura original. Una superficie sumamente granulosa se asemeja a la del papel de lija fino.
- Ondulado: Presencia de aristas transversas. El ondulado varía entre una superficie de rasgos regulares grandes hasta unas aristas de grano fino apenas visibles.

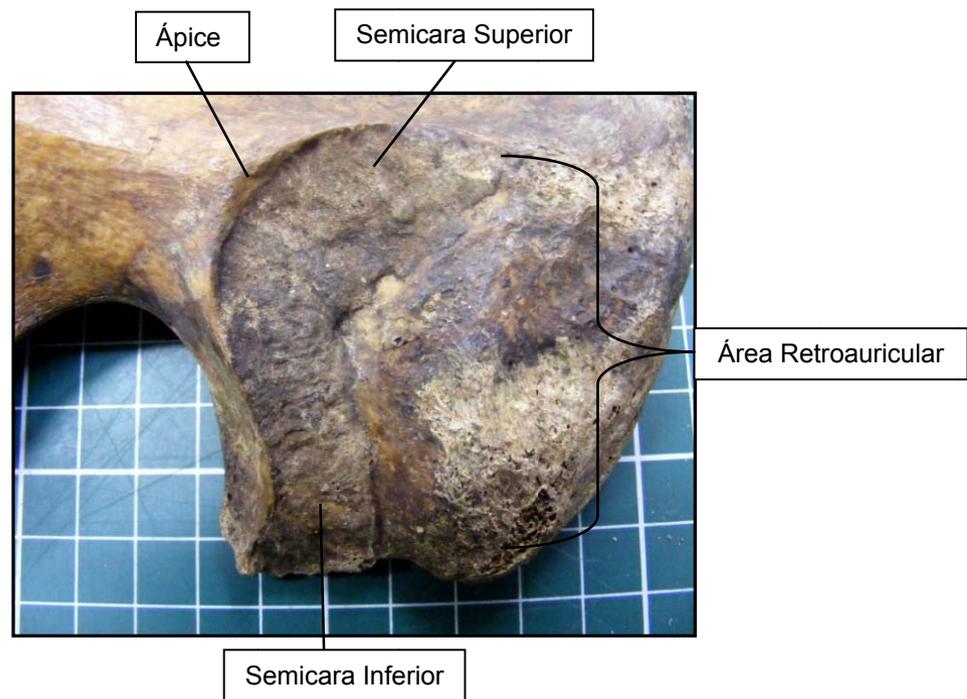


Figura 2: Morfología de la superficie auricular del ilion

La Tabla 3 muestra las fases propuestas por Osborne y cols. (2004) en base a las características mencionadas anteriormente.

1	Ondulado con posibles estrías; mayor granulosidad fina con menor granulosidad gruesa.
2	Estrías; granulosidad gruesa con granulosidad fina residual; podría observarse actividad retroauricular.
3	Decrece la estriación con organización transversa; granulosidad gruesa; presente actividad retroauricular comenzando el cambio apical.
4	Remanentes de la organización transversa; la granulosidad gruesa comienza a ser reemplazada por densificación; presente la actividad retroauricular; cambio apical; la macroporosidad está presente.
5	La superficie se vuelve irregular; la textura de la superficie es mayormente densa; actividad retroauricular moderada; cambio apical moderado; macroporosidad.

6	Superficie irregular; la densificación es acompañada de destrucción subcondral; actividad retroauricular severa; cambio apical severo; macroporosidad.
---	--

Tabla 3: Características Morfológicas por fase (según Osborne y cols. 2004)

En base a esta terminología, se clasificaron las fases definidas por Osborne y cols. (2004, Tabla 3) en cada aurícula de la muestra seleccionada de la colección Cementerio General (Figura 3).

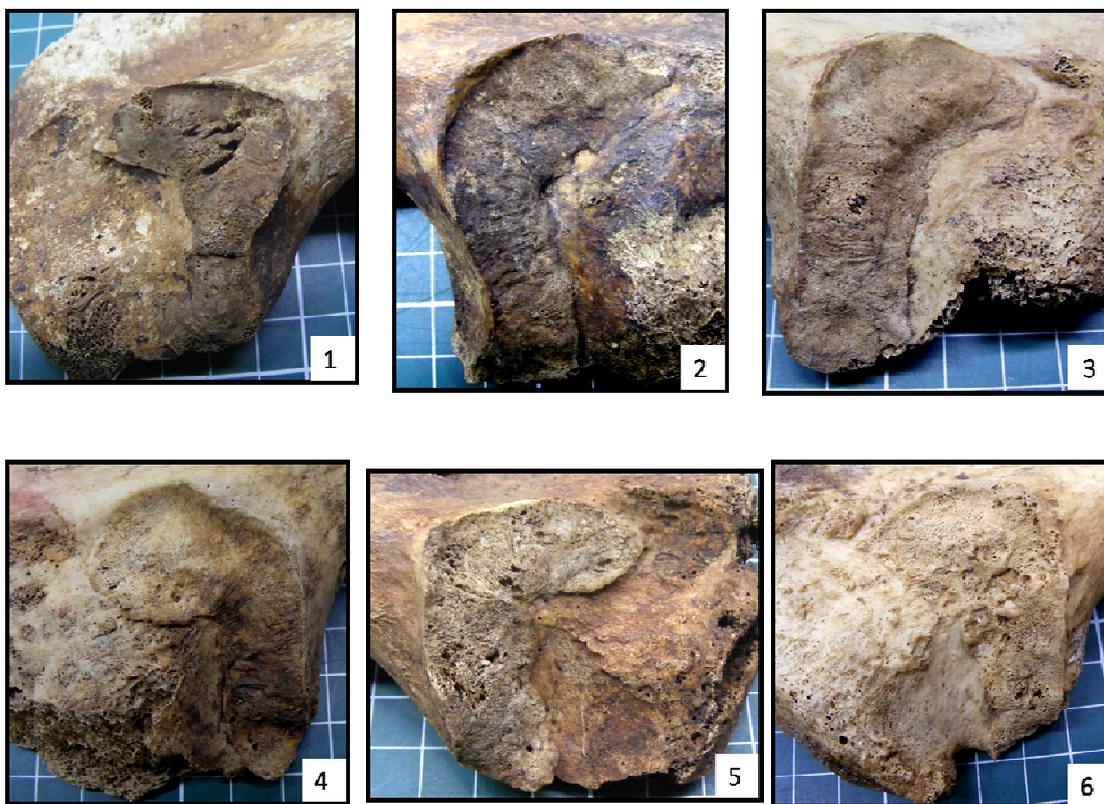


Figura 3: Fases de la superficie auricular en Cementerio General

2.1 Error Intraobservador

Previo a la clasificación de la muestra total, se realizó un análisis de error intraobservador, con el propósito de conocer el error en la clasificación de las fases para cada aurícula. Para esto, se seleccionaron 20 aurículas (diez masculinas y diez femeninas), las que fueron clasificadas en dos oportunidades independientes, utilizando los procedimientos recomendados por Bernal y cols. (2004). El error intraobservador se evaluó mediante el test de fiabilidad Kappa de Cohen (1960), utilizando la escala de interpretación del valor Kappa propuesto por Landis y Koch (1977) y la prueba de Stuart-Maxwell (Maxwell 1970, Stuart 1955). En caso de que el error intraobservador fuera considerable ($Kappa < 0.4$ y $p > 0.05$, test de Stuart Maxwell con $p < 0.05$), se repitió la clasificación de cada una de las aurículas hasta que se disminuyó el error. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las estimaciones entre la primera y la segunda medición del error intraobservador y se obtuvo un porcentaje de acuerdo moderado entre ambas observaciones (Tabla 4).

<i>Fases</i>	<i>Kappa</i>	<i>Porcentaje de acuerdo</i>	<i>Acuerdo esperado</i>	<i>p</i>	<i>Stuart-Maxwell</i>
Derecha	0.3563	50%	22.32%	0.0001	0.2329
Izquierda	0.2956	42.86%	18.88%	0.0003	0.0463

Tabla 4: Cálculo del error intraobservador

Además se evaluó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre coxales derechos e izquierdos utilizando los mismos coxales para calcular el error intraobservador. Al utilizar la prueba Kappa de Cohen, se halló un 87% de acierto en la estimación entre coxales derechos e izquierdos rechazando la hipótesis de que el acuerdo obtenido fue debido al azar.

2.2 Construcción del nuevo método

Una vez clasificadas las aurículas, la muestra fue dividida en dos submuestras, una correspondiente al 70% de la muestra total, que fue utilizada como muestra de entrenamiento, con la que se realizaron las estimaciones. El 30% restante fue utilizado como muestra de validación de las estimaciones obtenidas a partir de la muestra de entrenamiento.

Con la muestra de entrenamiento, se realizaron estadísticas descriptivas de la edad, se probó la hipótesis de normalidad para cada fase mediante la prueba de Shapiro-Wilk (1965) y se calcularon los intervalos de confianza al 95%, los cuales fueron utilizados como los nuevos estimadores de cada fase, considerándose el nuevo método propuesto en el presente trabajo.

2.3 Modelo ANOVA

Posteriormente, se construyó un modelo ANOVA, utilizando como variable respuesta la edad documentada de cada caso en la muestra de entrenamiento y como variables predictoras, cada una de las fases recientemente estimadas a partir de los intervalos de confianza, además del sexo y la interacción entre ambas variables mencionadas anteriormente. El ajuste de un modelo ANOVA cumplió con la función de conocer el grado de superposición que presenta cada fase con su fase contigua respecto a la estimación de la edad, mediante la prueba de Scheffé, así como la influencia que tiene el sexo en la estimación de la edad de muerte. Si el sexo hubiese influido significativamente en la estimación de edad, los análisis siguientes se habrían llevado a cabo separadamente para cada sexo; al contrario, al no presentarse diferencias significativas debidas al sexo, esta variable se descartó en los análisis posteriores, como propone Daniel (2005).

2.4 Contrastación de la hipótesis de trabajo

Los resultados obtenidos en la submuestra de entrenamiento se compararon con los resultados propuestos por Osborne y cols. (2004), mediante la prueba T de Student, con el fin de responder a la hipótesis de trabajo de la presente investigación.

En caso de que una o más fases hubieran presentado diferencias significativas entre ambos métodos, se rechaza la hipótesis nula subyacente y se habría aceptado, en consecuencia, la hipótesis de trabajo, mostrando que el método propuesto por Osborne y cols. (2004) presenta errores de estimación que son necesarios de corregir para la población chilena.

En caso contrario, no se rechazó la hipótesis nula, y se revisaron los acuerdos en las estimaciones de ambos métodos, con el fin de conocer qué método presenta mayor precisión y confianza en la muestra de población chilena.

2.5 Validación de los resultados

La estimación de la edad de acuerdo al nuevo método propuesto para población chilena, obtenido a partir del cálculo de los intervalos de confianza, fue contrastada con la muestra de validación. Para esto, se estimó la edad en cada uno de los casos en la muestra de validación mediante el nuevo método y se comparó con la edad documentada que presentaba cada uno de ellos. Lo anterior se realizó mediante el cálculo de la precisión y la certeza.

La precisión (*accuracy*) y la certeza (*bias*) son los cálculos más utilizados en los estudios de estimación de edad al momento de analizar el error de la estimación (Lovejoy y cols. 1985a, b), al igual que los análisis de confiabilidad (*reliability*) que incluyen el cálculo del error inter e intraobservador (Lovejoy y cols. 1985a, Kemkes-Grottenthaler 2002, Cameron 2004). Estos cálculos han sido utilizados

anteriormente para estudiar la variación de la superficie auricular (Lovejoy y cols. 1985a, b, Osborne y cols. 2004).

De esta manera, la precisión (a) se calculó a partir de la sumatoria del valor absoluto de la distancia entre la edad observada de cada caso dentro de la muestra de validación y la edad estimada mediante el nuevo método, obtenido a partir de la muestra de entrenamiento. En tanto, la certeza (b) se calculó de modo similar a la precisión, aunque en este caso, incorpora el signo entre la distancia de la edad observada y la estimada dentro de su intervalo de confianza (Lovejoy y cols. 1985a).

$$a) \textit{PRECISION} = \frac{1}{N} \sum_i \left| y_i - \left[\bar{x} \pm z^* \left(\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \right) \right] \right|$$

$$b) \textit{CERTEZA} = \frac{1}{N} \sum_i y_i - \left[\bar{x} \pm z^* \left(\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \right) \right]$$

La certeza fue considerada como los promedios de los errores para cada fase, teniendo en cuenta si el valor es negativo o positivo, con lo que se consigue conocer si hay subestimación o sobreestimación de la edad documentada en la submuestra de validación, con los intervalos de confianza obtenidos de la submuestra de entrenamiento.

A diferencia, la precisión no considera el signo en el cálculo del error en la estimación. De este modo, la precisión mide cuánto se aleja la estimación de la edad documentada, sin importar si hay subestimación o sobreestimación.

En caso de que la edad documentada en la submuestra de validación estuviera dentro del intervalo de confianza obtenido en la submuestra de entrenamiento, la

estimación de la certeza y la precisión fue cero, en tanto que valores superiores o inferiores a la edad documentada, se restaron a este valor mínimo o máximo. La diferencia entre ambos radica que en el caso de la certeza, al considerarse el signo, los valores equivalentes pero de distinto signo se anulan, en cambio en la precisión, se suman los años de desviación del intervalo de confianza.

Posteriormente, se calcularon los porcentajes de acierto de la estimación de la edad, con el objetivo de evaluar el error de estimación del presente estudio.

Por último, a partir del cálculo de la precisión y de los intervalos de confianza obtenidos para la submuestra de entrenamiento, se calculó la edad sugerida, con el fin de ajustar los intervalos de confianza a la muestra de validación. Con estas edades sugeridas, se calculó el porcentaje de error de estimación en la muestra de validación.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico STATA versión 11.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo que sintetiza los pasos descritos anteriormente.

Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología utilizada en la presente investigación.

V. RESULTADOS

1. Composición etaria y sexual

La submuestra de entrenamiento está compuesta por 136 esqueletos, de los cuales 66 corresponden a esqueletos femeninos y 70 a masculinos. La Tabla 5 muestra la composición etaria y sexual de la submuestra entrenamiento.

Rangos Etarios	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
15-29	14	22	36
30-39	9	13	22
40-49	10	10	20
50-59	9	10	19
60-69	14	10	24
70-79	10	5	15
Total	66	70	136

Tabla 5: Composición etaria y sexual de la submuestra de entrenamiento

Por su parte, la submuestra de validación presenta 51 esqueletos, compuesta por 25 individuos femeninos y 26 masculinos. La Tabla 6 muestra la composición etaria y sexual de la muestra de validación.

Rangos Etarios	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
20-29	4	7	11
30-39	3	6	9
40-49	2	3	5
50-59	4	4	8
60-69	7	2	9
70-79	5	4	9
Total	25	26	51

Tabla 6: Composición etaria y sexual de la submuestra de validación.

2. Estadística Descriptiva

Dado que no se observaron diferencias significativas entre lados izquierdos y derechos, se consideró en primer lugar el lado izquierdo y en casos en que no existiesen datos para ese lado, se complementó con la información obtenida del lado derecho.

Se estimó cada fase mediante la observación de la superficie auricular en la muestra total (187 esqueletos), siguiendo las indicaciones de Osborne y cols. (2004). De éstos, 91 corresponden a individuos femeninos y 96 a masculinos (Tabla 7). En la Tabla 8 se muestran las estimaciones de cada fase en relación al sexo para la submuestra de entrenamiento y en la Tabla 9 para la submuestra de validación.

Fase	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
1	9	14	23
2	8	17	25
3	12	19	31
4	24	13	37
5	22	21	43
6	16	12	28
Total	91	96	187

Tabla 7: Composición por fase y sexo de la muestra total de la colección Cementerio General

Fase	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
1	8	9	17
2	5	13	18
3	10	13	23
4	17	10	27
5	15	16	31
6	11	9	20
Total	66	70	136

Tabla 8: Composición por fase y sexo de la submuestra de entrenamiento

Fase	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
1	1	5	6
2	3	4	7
3	2	6	8
4	7	3	10
5	7	5	12
6	5	3	8
Total	25	26	51

Tabla 9: Composición por fase y sexo de la submuestra de validación

En la submuestra de entrenamiento, se observó que la mayor parte de los individuos fueron estimados entre las fases cuatro y cinco. Además, los individuos masculinos fueron clasificados mayormente en las fases más tempranas, mientras que los femeninos, en las fases más tardías.

La Tabla 10 presenta los resultados de las estadísticas descriptivas de la edad para cada fase y para el total de la muestra de entrenamiento. En esta tabla se observa que la media de la muestra de entrenamiento es de 45.31 años, con una desviación estándar de 18.32 años y un intervalo de confianza al 95% de 42.20 a 48.42 años. A medida que aumentan las fases, la media de las edades también lo hacen al igual que sus respectivas desviaciones estándar, lo cual es notorio a partir de la fase tres (15.33 años). Los rangos mínimos y máximo de la edad dan cuenta de una sobreposición de las edades. Por ejemplo, en fase tres hay un caso que presenta 19 años y otro que presenta 71 años. Los intervalos de confianza dan cuenta también de esta sobreposición entre fases contiguas, sobre todo desde la fase tres en adelante. Las únicas fases que no presentan superposición son las fases dos y tres.

Fase	Obs	Media	Desv. Est.	Mín	Máx	ES	INTERVALO	CONFIANZA
								95%
1	17	22.88	5.61	15	32	1.36	19.99	25.76
2	18	27.11	6.83	18	41	1.61	23.71	30.50
3	23	42.65	15.33	19	71	3.19	36.02	49.28
4	27	50.66	14.97	23	79	2.88	44.74	56.58
5	31	55.00	14.63	22	76	2.62	49.63	60.36
6	20	61.55	12.45	32	76	2.78	55.72	67.37
Total	136	45.31	18.32	15	79	1.6	42.20	48.42

Tabla 10: Estadística descriptiva de la submuestra entrenamiento.

La Tabla 11 muestra las estadísticas descriptivas para el sexo femenino de la submuestra entrenamiento. En esta tabla, se observa que el promedio para el sexo femenino es de 48.41 años con una desviación estándar de 18.87 años, un error estándar de 2.32 y un intervalo de confianza entre 43.77 y 53.05 años. Al igual que los resultados de la muestra total de entrenamiento, se observa que las medias aumentan en relación a cada fase, con una importante desviación estándar, presentando la mayor dispersión en las fases intermedias (fases tres y cuatro) y una disminución de la dispersión en las fases cinco y seis. En los rangos mínimo y máximo, se estimó fases correspondientes a individuos mayores de 70 años en fases tempranas, como se observa en la fase tres. Lo mismo ocurre para individuos documentados como jóvenes, a los que se les estimaron fases tardías. Por otro lado, los intervalos de confianza indican una sobreposición de las edades máximas con las edades mínimas de los intervalos consecutivos. En el caso de los esqueletos femeninos, hay superposición de las edades en todos los intervalos de confianza.

<i>FEMENINOS</i>								
Fase	Obs	Media	Desv. Est.	Mín	Máx	ES	INTERVALO	CONFIANZA
								95%
1	8	24.38	6.65	15	32	2.35	18.81	29.94
2	5	29.00	9.62	18	41	4.30	17.06	40.94
3	10	43.10	17.87	19	71	5.65	30.31	55.89
4	17	51.82	17.30	23	79	4.19	42.93	60.72
5	15	55.80	14.48	22	74	3.74	47.78	63.82
6	11	64.18	11.50	34	76	3.47	56.46	71.91
Total	66	48.41	18.87	15	79	2.32	43.77	53.05

Tabla 11: Estadística descriptiva para individuos femeninos de la submuestra entrenamiento.

La Tabla 12 muestra las estadísticas descriptivas para el sexo masculino. Se observa una media de 42.39 años con una desviación estándar de 17.42 años, un

error estándar de 2.08 años y un intervalo de confianza al 95% de 38.23 a 46.54 años. Respecto a las medias por cada fase, éstas van en aumento, aunque no representan necesariamente el cambio de décadas entre ellas, como ocurre entre las fases uno y dos y las fases cuatro y cinco. Por otra parte, las desviaciones estándar indican una mayor dispersión desde la fase tres de más de diez años, lo que es similar a lo observado en individuos femeninos. Los rangos mínimos y máximos exhiben características similares a las observadas en las tablas 10 y 11, es decir, algunos casos fueron estimados con fases tardías, siendo que su edad documentada pertenece a edades notoriamente más jóvenes, como se observa en las fases cinco y seis. Lo mismo sucede con individuos de edades avanzadas (sobre sesenta años), los cuales presentaron estimaciones de fases juveniles, como se observa en la fase tres. Por otro lado, los intervalos de confianza dan cuenta de sobreposición de las fases dos y tres y de las fases tres y cuatro.

MASCULINOS								
Fase	Obs	Media	Desv. Est.	Mín	Máx	ES	INTERVALO	CONFIANZA
								95%
1	9	21.56	4.48	16	30	1.49	18.12	25.00
2	13	26.38	5.77	20	38	1.60	22.90	29.87
3	13	42.31	13.83	25	71	3.84	33.95	50.66
4	10	48.70	10.44	33	65	3.30	41.23	56.17
5	16	54.25	15.21	22	76	3.80	46.15	62.35
6	9	58.33	13.49	32	71	4.50	47.96	68.70
Total	70	42.39	17.42	16	76	2.08	38.23	46.54

Tabla 12. Estadística descriptiva para individuos masculinos de la submuestra entrenamiento.

La Figura 5 es un gráfico de caja y bigotes (*boxplot*) para cada fase y para cada sexo. En ella se observa que los casos femeninos presentan mayor dispersión entre el primer y el tercer cuartil respecto de los casos masculinos en todas las fases a excepción de la fase seis. A su vez, se muestra que la estimación de las

edades en las mujeres es más dispersa entre el primer y el segundo cuartil en las fases uno, cuatro y cinco, mientras que en las fases dos, tres y seis, las estimaciones de edad en mujeres son más dispersas entre el segundo y el tercer cuartil. En los individuos masculinos, se observa que en las fases uno, cinco y seis, las estimaciones de edad están más dispersas entre el primer y el segundo cuartil, mientras que en las fases dos, tres y cuatro las edades están más dispersas entre el segundo y el tercer cuartil.

Con respecto a los límites máximos y mínimos, se observa que en las fases tres, cuatro, cinco y seis hay mayor diferencia entre el valor máximo y mínimo, tanto para individuos femeninos como masculinos, en comparación con las fases uno y dos. De la misma manera, el rango intercuartílico es mayor desde la fase tres, a excepción de las mujeres en la fase seis. Esto daría cuenta de la sobreposición de las fases, especialmente a partir de la fase tres.

Además, se observa la presencia de valores extremos (*outliers*) en la fase uno para masculinos, donde se le estimó esta fase a un individuo documentado de edad mayor (subestimación), correspondiente a la fase siguiente. Igualmente, en la fase dos para masculinos se registraron dos casos extremos sobre el valor máximo del bigote, es decir individuos de edad mayor se estimaron como fase dos, correspondiendo a la fase tres. Por último, para la fase seis se encuentra otro caso extremo para individuos femeninos, esta vez habiendo sobrestimando su edad, es decir, se le asignó la fase seis, teniendo una edad documentada entre treinta y cuarenta años.

En resumen, se observa una gran dispersión en la estimación de edad a partir de la fase tres, tanto para individuos femeninos como masculinos, lo que se evidencia en el largo de las barras en el gráfico *boxplot*.

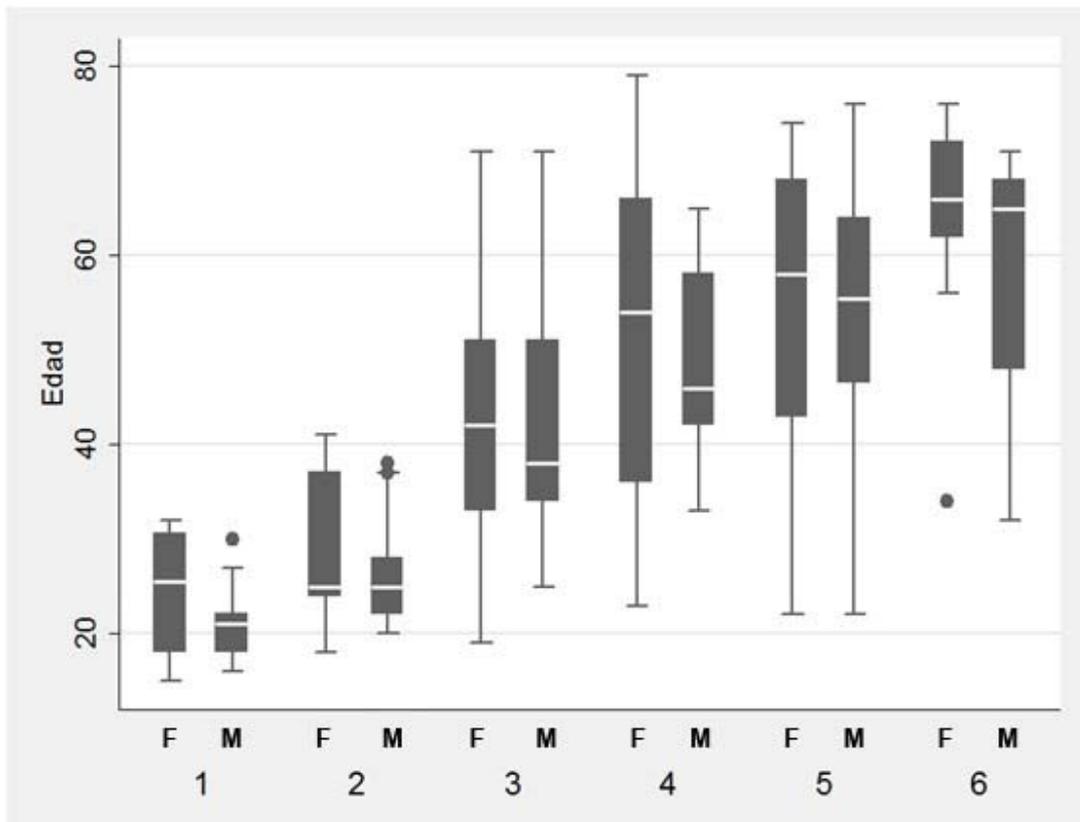


Figura 5. Gráfico de cajas y bigotes de la edad por cada fase y sexo (F= femenino; M= masculino).

3. Prueba de Normalidad

En la Tabla 13 se muestran los resultados de los test de normalidad de Shapiro-Wilk que se realizaron para cada fase. En esta tabla se observa que las únicas fases que muestran significación estadística son las fases dos y seis, rechazando normalidad, mientras que en el resto de las fases se asume normalidad.

<i>Fase</i>	<i>Obs</i>	<i>W</i>	<i>Valor p</i>
1	17	0.92	0.19
2	18	0.88	0.03
3	23	0.95	0.42
4	27	0.97	0.84
5	31	0.95	0.22
6	20	0.83	0.00
Total	136	.	.

Tabla 13. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de la edad para cada fase.

4. Construcción del modelo ANOVA

4.1 Edad ajustada por sexo, fase e interacción fase-sexo.

Se realizó un análisis ANOVA utilizando como variable respuesta la edad y como variables explicativas el sexo, la fase de la aurícula calculada mediante el nuevo método y la interacción entre estas dos variables (Tabla 14). El R^2 ajustado del modelo arrojó un valor de 0.49, es decir, el modelo completo explica aproximadamente el 50% de la varianza de la edad. Por otra parte, la raíz cuadrada del error medio cuadrático fue de 13.12 años, es decir que el modelo completo presenta un error de ± 13.12 años. Las variables sexo e interacción entre fase y sexo no fueron significativas dentro de este modelo, por lo que fueron removidas del modelo ANOVA y se realizó un segundo análisis de la varianza (Tabla 15).

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Media Cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Prob> F</i>
Modelo	23946.5791	11	2176.96173	12.64	0.0000
Fase	21652.5609	5	4330.51218	25.14	0.0000
Sexo	237.747244	1	237.747244	1.38	0.2423
Fase#Sexo	81.046576	5	16.2093152	0.09	0.9930
Residuales	21356.4503	124	172.229438		
Total	45303.0294	135	335.577996		

Tabla 14. Modelo ANOVA de la edad ajustado por el sexo, la fase y la interacción fase-sexo (R^2 0.49; raíz EMC 13.12).

4.2 Edad ajustada por las fases.

Se realizó un análisis ANOVA utilizando como variable respuesta la edad y como variable explicativa sólo las fases de las aurículas estimadas según Osborne y cols (2004) (Tabla 15). El R^2 ajustado del modelo arrojó un valor de 0.50, es decir, el modelo completo explica el 50% de la variabilidad de la edad. Por otra parte, la raíz cuadrada del error medio cuadrático fue de 12.91, es decir que el modelo completo presenta un error de ± 12.91 años. Por último, la variable fase fue estadísticamente significativa en el modelo, dando cuenta que sólo esta variable explica significativamente la variación de la edad dentro del modelo planteado en el presente estudio.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Media Cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Prob> F</i>
Modelo	23635.3195	5	4727.06391	28.36	0.0000
Fase	23635.3195	5	4727.06391	28.36	0.0000
Residuales	21667.7099	130	166.674691		
Total	45303.0294	135	335.577996		

Tabla 15. Modelo ANOVA de la edad ajustado por la fase (R^2 -ajustado 0.50; raíz EMC 12.91).

La Tabla 16 muestra los resultados del test de Scheffé entre cada una de las fases. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre fases contiguas, a excepción de las fases dos y tres. Por el contrario, en fases no contiguas se observan diferencias significativas, a excepción de las fases cuatro y seis.

<i>w Mean-</i>					
Col Mean	1	2	3	4	5
2	4.22876				
	0.967				
3	19.7698	15.54			
	0.001	0.015			
4	27.7843	23.56	8.014		
	0.000	0.000	0.447		
5	32.1176	27.89	12.35	4.333	
	0.000	0.000	0.039	0.897	
6	38.6676	34.44	18.9	10.88	6.55
	0.000	0.000	0.001	0.156	0.68

Tabla 16. Análisis de varianza mediante test de Scheffé.

La Figura 6 muestra un gráfico de dispersión entre la edad documentada y la fase estimada según Osborne y cols. (2004). Sobre este gráfico se ajustó una recta mediante el método mínimo cuadrático. Esta recta presenta linealidad positiva de las fases respecto a la edad, es decir, hay una correspondencia de cada fase a medida que la edad aumenta. Por otra parte, en las primeras fases se observa una menor dispersión de las estimaciones, la que va en aumento a medida que aumentan las fases. En las fases más avanzadas se observa una mayor sobreposición de la edad documentada, tanto en edades mayores como menores. Es decir, hay una alta presencia de esqueletos con edades jóvenes, pero que presentan fases tardías, como es posible observar en la fase 6. Por el contrario,

también se observa una alta presencia de individuos con edades mayores que fueron estimados en fases más tempranas, principalmente desde la fase tres en adelante.

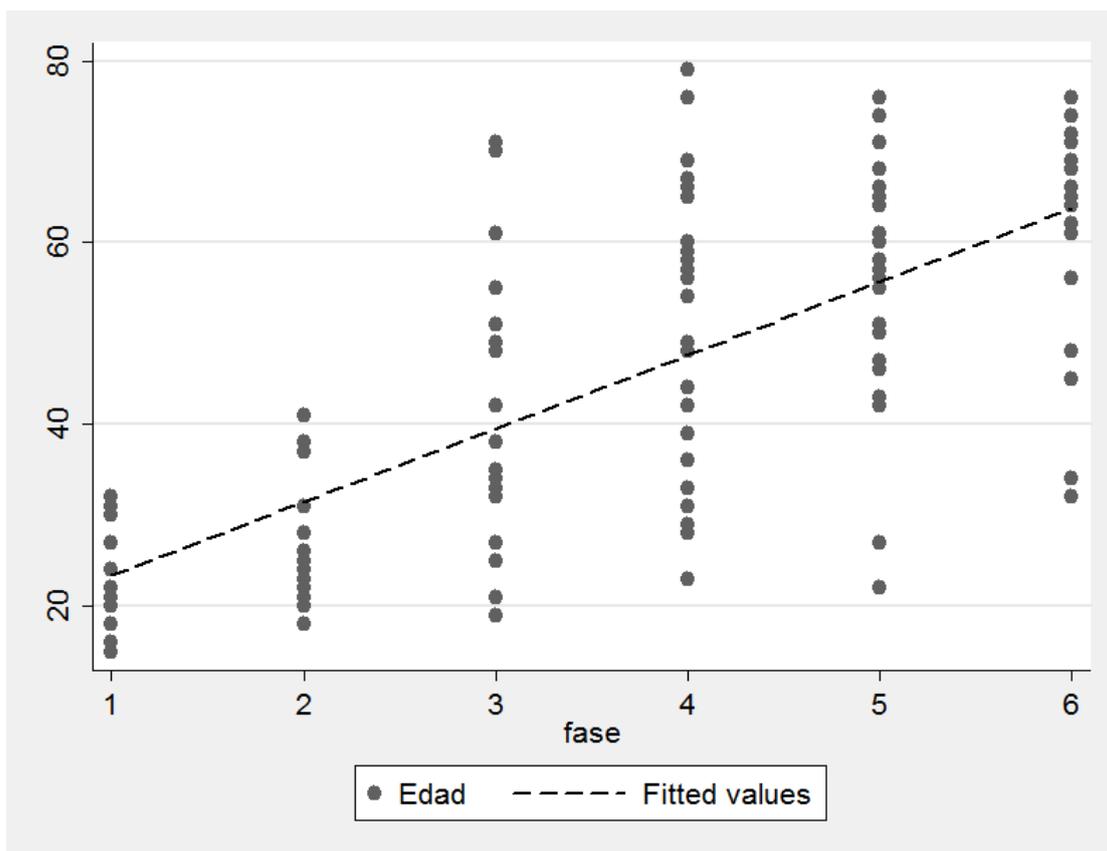


Figura 6. Gráfico de dispersión entre cada fase y la edad documentada.

La Figura 7 presenta un histograma de los valores residuales ajustada a una curva normal, obtenidos del modelo ANOVA entre la edad documentada y la clasificación de las fases según Osborne y cols. (2004) en la muestra entrenamiento. En ella se observa una notoria simetría, lo que junto con los valores arrojados mediante el test de Shapiro-Wilk con un p-valor de 0.29 (Tabla 17), se concluye que se cumple con el principio de normalidad de los residuos.

<i>Variable</i>	<i>Obs</i>	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>z</i>	<i>Prob>z</i>
Residuos	136	0.98804	1.279	0.556	0.29

Tabla 17. Resultados de la prueba de Shapiro-Wilk de los valores residuales.

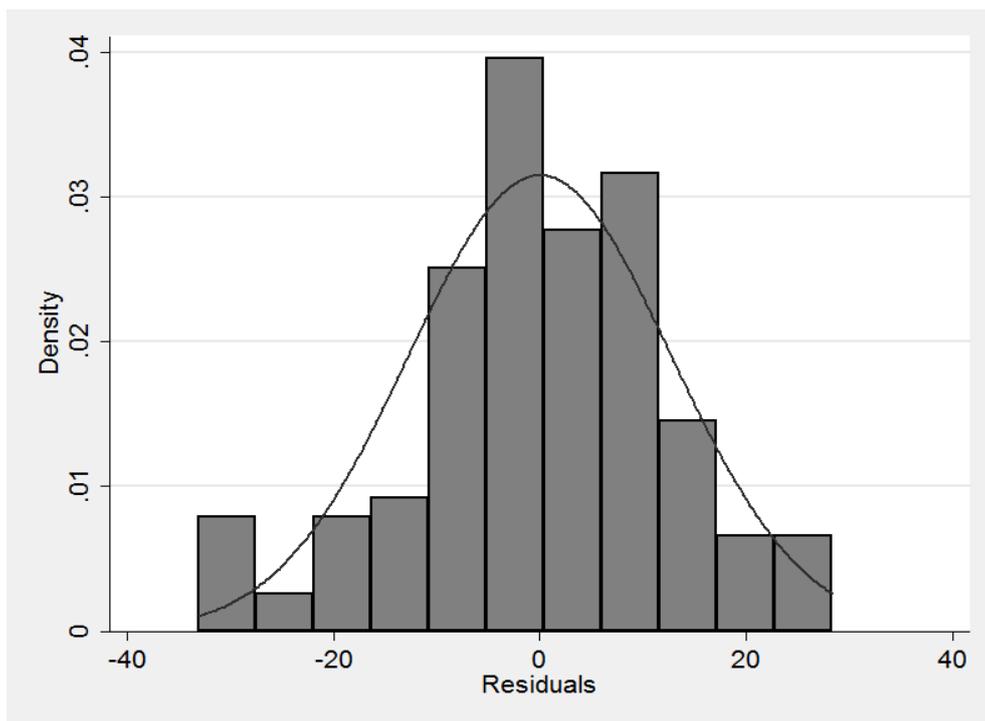


Figura 7. Gráfico histograma de los valores residuales del análisis ANOVA entre edad y fase.

5. Comparación entre método de Osborne y cols. (2004) y muestra Cementerio General.

Las medias obtenidas para cada fase en el presente estudio en comparación con las medias del método de Osborne y cols. (2004) son similares, siendo mayores las medias en la muestra utilizada en el presente estudio, a excepción de la fase dos (Tabla 18). En ambas muestras, se observa que las medias no marcan una diferencia notoria entre fases, como se observa en las fases uno y dos y en las fases cuatro y cinco.

En el caso de la desviación estándar, se observa que la dispersión es menor en las fases uno y dos que en las fases siguientes, aumentando el doble en algunos casos, tanto en el método propuesto por Osborne y cols. (2004) como el del presente estudio. Por otro lado, las fases uno, tres, cuatro y cinco presentan mayores desviaciones estándar en el método de este estudio que en el método propuesto por Osborne y cols. (2004). Lo contrario sucede en las fases dos y seis del método de Osborne y cols. (2004), en donde la desviación estándar es mayor que el método propuesto en este estudio.

Respecto a los intervalos de confianza, se observa que en el presente método hay superposición entre todas las fases, a excepción de las fases dos y tres. Mientras tanto, en el método propuesto por Osborne y cols. (2004) hay superposición en la mayoría de las fases, excepto en las fases uno dos y tres. A pesar de esta diferencia entre ambas muestras, los intervalos de confianza dan cuenta de una notoria similitud entre ellos.

Se aplicó la prueba T de Student para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre la estimación de edad de la muestra estadounidense y la del presente estudio. Los resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos estudios, en ninguna de las fases.

	Muestras	Obs	Media	Error Est.	Desv. Est.	[Interv. Conf. 95%]		gl	T	p value
Fase 1	C. Gral.	17	22.88	1.36	5.61	19.99	25.78	26	0.96	0.34
	Osborne	11	21.10	0.90	2.98	19.10	23.10	.	.	.
Fase 2	C. Gral.	18	27.11	1.61	6.83	23.71	30.51	29	-0.88	0.38
	Osborne	13	29.50	2.27	8.20	24.54	34.46	.	.	.
Fase 3	C. Gral.	23	42.65	3.20	15.33	36.02	49.28	58	0.17	0.86
	Osborne	37	42.00	2.26	13.74	37.42	46.58	.	.	.
Fase 4	C. Gral.	27	50.67	2.88	14.97	44.74	56.59	107	0.91	0.37
	Osborne	82	47.80	1.54	13.95	44.73	50.87	.	.	.
Fase 5	C. Gral.	31	55.00	2.63	14.63	49.63	60.37	46	0.44	0.67
	Osborne	17	53.10	3.43	14.14	45.83	60.37	.	.	.
Fase 6	C. Gral.	20	61.55	2.78	12.45	55.72	67.38	120	0.73	0.47
	Osborne	102	58.90	1.51	15.24	55.91	61.89	.	.	.

Tabla 18. Test de Student entre la muestra Cementerio General y la muestra utilizada por Osborne y cols. (2004).

6. Validación de los resultados

El cálculo de la certeza y la precisión entre la edad estimada, obtenida en el presente estudio y la edad documentada de la submuestra de validación, se realizó a partir de los intervalos de confianza obtenidos en la submuestra de entrenamiento. En caso de que la edad documentada en la submuestra de validación estuviera dentro del intervalo de confianza obtenido en la submuestra de entrenamiento, la estimación de la certeza y la precisión fue cero, en tanto que valores superiores o inferiores a la edad documentada, se restaron a este valor mínimo o máximo.

En la Tabla 19 se observan los resultados del cálculo de la certeza y precisión de la submuestra de validación por cada fase.

Los resultados del cálculo de la certeza muestran que en las fases uno y cuatro se subestimó en -1.50 años y -3.33 años, respectivamente, con una desviación estándar de 1.76 para la fase uno y 7.29 para la fase cuatro. En el resto de las

fases se sobreestimó la edad, en donde las mayores sobrestimaciones se observan en las fases dos y tres, con una media de 4.42 y 3.89 años, respectivamente y una desviación estándar de 4.50 para la fase dos y 11.24 para la fase tres. El resultado de la certeza para el total de la submuestra de validación corresponde a 1.35 años de sobreestimación con un valor de 8.61 para la desviación estándar.

Respecto al cálculo de la precisión, se observa que las estimaciones más precisas corresponden a las fases uno (1.50 años) y seis (2.32 años), con una desviación estándar de 1.76 para la fase uno y de 3.71 para la fase seis. En cambio, la menor precisión se observó en la fase tres (7.40 años) y cinco (10.33 años) con una desviación estándar de 9.00 y 6.72 años, respectivamente. Para el total de la submuestra de validación, se obtuvo una precisión de 5.85 años con una desviación estándar de 6.41 años.

Fases	Obs	CERTEZA				PRECISIÓN			
		Media	DS	Mín	Máy	Media	DS	Mín	Máy
1	6	-1.50	1.76	-4.00	0	1.50	1.76	0	4.00
2	7	4.42	4.50	0	11.49	4.42	4.50	0	11.49
3	8	3.89	11.24	-10.02	26.72	7.40	9.00	0	26.72
4	10	-3.33	7.29	-13.74	6.41	5.66	5.47	0	13.74
5	12	2.85	12.36	-21.63	14.63	10.33	6.72	0	21.63
6	8	1.89	3.98	-1.72	9.62	2.32	3.71	0	9.62
Total	51	1.35	8.61	-21.63	26.72	5.85	6.41	0	26.72

Tabla 19. Cálculo de la certeza y precisión a partir de la muestra de validación.

La Tabla 20 presenta los porcentajes de aciertos obtenidos a partir de los intervalos de confianza de la submuestra de entrenamiento en relación a las edades documentadas en la submuestra de validación. En ella se observa que los porcentajes de aciertos son bajos. Las fases que presentan un porcentaje de

acierto más bajo corresponden a la fase cinco con un 8.33% y a la fase cuatro con un 20%. En cambio, las fases que muestran un acierto mayor corresponde a las fases uno y seis, con un 50% de acierto para cada una. Además, se observa que hay mayor sobreestimación de las edades en las fases dos, cinco y seis, mientras que la fase uno fue la que presentó la mayor subestimación. En total, se obtuvo un 31.37% de acierto en la estimación de las edades, con una notoria sobreestimación de las edades observadas en la muestra de validación.

	Subestimación	Acierto	Sobrestimación	% Acierto
fase1	3	3	0	50.00
fase2	0	3	4	42.86
fase3	2	3	3	37.50
fase4	4	2	4	20.00
fase5	3	1	8	8.33
fase6	1	4	3	50.00
Total	13	16	22	31.37

Tabla 20. Errores de estimación y porcentaje de aciertos para la submuestra de validación.

A partir del error de precisión y de los intervalos de confianza calculados para la submuestra de entrenamiento, se generaron rangos sugeridos para cada fase (Tabla 21).

Fase	Obs	+ -	Rangos sugeridos	
1	17	1.50	18.50	27.27
2	18	4.42	19.29	34.93
3	23	7.40	28.62	56.68
4	27	5.66	39.08	62.25
5	31	10.33	39.30	70.70
6	20	2.32	53.40	69.70
Total	136	.	.	.

Tabla 21. Rangos etarios sugeridos para la submuestra entrenamiento.

Al realizar nuevamente el cálculo del porcentaje de acierto considerando estos rangos sugeridos (Tabla 22), se observa un aumento del porcentaje de acierto desde las fases tres a la seis, mientras que las fases uno y dos mantienen el mismo porcentaje. Las fases que presentan un porcentaje de acierto más bajo corresponden a la fase dos con un 42.86% y a la fase cinco con un 33.33%. En cambio, la fase que muestra un acierto mayor corresponde a la seis, con un 75% de acierto. Además, se observa que hay mayor sobreestimación de las edades en las fases dos, tres y seis, mientras que en la fase uno y cuatro las edades fueron mayormente subestimadas. En total, se obtuvo un 49.02% de acierto en la estimación de las edades, en donde se aprecia una mayor sobreestimación de la edad.

	Subestimación	Acierto	Sobrestimación	% Acierto
Fase 1	3	3	0	50.00
Fase 2	0	3	4	42.86
Fase 3	1	4	3	50.00
Fase 4	4	5	1	50.00
Fase 5	2	4	6	33.33
Fase 6	0	6	2	75.00
Total	10	25	16	49.02

Tabla 22. Porcentaje de aciertos para la submuestra de validación con rangos sugeridos.

VI. DISCUSIÓN

1. Revisión de los resultados

Según los resultados obtenidos, se observa que las estimaciones obtenidas mediante el presente método, realizada en la colección Cementerio General, presentan una gran variación de la edad cronológica, tanto en individuos masculinos como femeninos, por lo que cada fase puede contener edades muy diferentes. O, al contrario, se desprende que una edad en particular puede tener asociada distintas fases, como se evidencia en el gráfico de caja y bigotes (Figura 4), en donde se observa que en las fases uno y dos existe una dispersión moderada, en cambio, a partir de la fase tres, tanto individuos masculinos como femeninos muestran una gran variación y superposición de la edad documentada entre fases contiguas, lo que también se observa en los resultados observados en las desviaciones estándar (Tablas 10, 11 y 12), en donde aparecen valores sobre diez y en los intervalos de confianza, que muestran en la mayoría de las fases una superposición entre valores máximos y mínimos consecutivos. De la misma manera, el gráfico de dispersión (Figura 4) da cuenta de esta variación, observándose en las fases uno y dos que la edad documentada de cada uno de los casos se encuentran menos dispersas en torno a la recta mínima cuadrática. Sin embargo, a partir de la fase tres en adelante, las edades documentadas presentan una notoria dispersión, además de superponerse entre fases.

Por otra parte, el test de Scheffé no presenta valores significativos entre fases consecutivas, a excepción de las fases dos y tres. Esto da cuenta que la división de la estimación de la edad en seis fases presenta problemas entre los límites mínimos y máximos. Aun más, desde la fase cuatro a la seis no se observan diferencias estadísticamente significativas, sugiriendo la fusión o unión de estas fases en una sola.

Con respecto a las diferencias de las estimaciones entre individuos masculinos y femeninos, las desviaciones estándar del sexo femenino son mayores que el sexo masculino en las primeras cuatro fases. Esto podría indicar que en el proceso degenerativo de la superficie auricular actuarían otros factores de forma más significativa en las mujeres de Cementerio General. Sin embargo, los errores estándar en algunas fases indican que la desviación estándar alta puede estar relacionada con el tamaño muestral, como ocurre en la fase dos de los individuos femeninos o en la fase seis de los masculinos, más que a una asociación con factores anexos a la muestra.

Si bien se observan algunas diferencias entre hombres y mujeres en las estadísticas descriptivas y en el gráfico de cajas y bigotes, la variable sexo por sí sola y su interacción con las fases, no explica la variación de la edad, lo que se observa en los modelos ANOVA realizados, tal como ha sido observado en otros estudios (Komar y Buikstra 2008).

Con respecto a la distribución de las fases, se asume normalidad, dado que no se rechazó el test de Shapiro-Wilk, a excepción de las fases dos y seis, lo cual se podría atribuir más a problemas muestrales que a variaciones puntuales de la distribución de cada fase. Esto puede relacionarse con la presencia de valores extremos en estas dos fases, los que indican que en la fase dos hubo subestimación de la edad y en la fase seis sobrestimación de ésta.

En la comparación realizada entre los resultados de la presente investigación y los obtenidos por Osborne y cols. (2004), se muestra que las medias, desviaciones estándar, error estándar e intervalos de confianza entre ambos estudios son muy similares. Además, la prueba t de Student mostró que ninguna de las edades documentadas en las fases presenta diferencias estadísticamente significativas. Lo anterior sugiere que el método de Osborne y cols. (2004) y el método propuesto en el presente estudio no difieren significativamente respecto a la edad documentada tanto en la muestra norteamericana como chilena. En ambos

estudios se observa que a partir de la fase tres hay una gran variación y superposición de las fases, siendo las fases uno y dos las más confiables. Esto demuestra que el método de la aurícula con seis fases no logra estimar con precisión la edad cronológica, sino que muestran más bien un fenómeno continuo subyacente, en donde las fases presentan una notoria superposición de sus estimaciones sobre todo en sus límites mínimos y máximos.

Llama la atención que Osborne y cols. (2004) critican la propuesta de Lovejoy y cols. (1985b) al argumentar que sus rangos etarios son imprecisos y que por tanto, habría que reducir las ocho fases a seis, ya que intervalos de cinco años no estarían reflejando correctamente la variación morfológica de acuerdo a la edad. Del mismo modo, el presente estudio muestra que las fases propuestas por Osborne y cols. (2004) también presentan notorias imprecisiones, mostrando una gran sobreposición entre los intervalos de confianza, con excepción de las fases uno y dos.

Con respecto a la validación de los resultados, el cálculo de la certeza evidencia una sobreestimación de la edad en la mayoría de las fases (dos, tres, cinco y seis), mientras que las fases uno y cuatro subestiman la edad. Respecto a la precisión, se observan notorias imprecisiones entre las fases dos y cinco, siendo las fases uno y seis las más precisas. Lo anterior puede deberse a que los rasgos de la aurícula de los individuos más jóvenes y más ancianos son fácilmente reconocibles, mientras que los rasgos intermedios son complejos de identificar debido a la mixtura de variables y a la poca claridad de las descripciones. De la misma manera, los porcentajes de acierto dan cuenta de bajos valores, siendo los valores más altos los de las fases uno y seis, lo que se condice con lo anteriormente explicado. La fase cinco muestra el porcentaje de acierto más bajo; esto afirma aún más que entre las fases cuatro y seis no hay claras diferencias, siendo el error de estimación mayor, por lo que se sugiere el colapso de estas últimas fases.

Como es de esperarse, los rangos etarios sugeridos se superponen en todas las fases, dejando en claro una disminución de la precisión con el fin de lograr un aumento de la certeza. Esto se observa cuando se calcularon nuevamente los porcentajes de acierto, ya que aumentaron un 17.65% en comparación con el método sin considerar los márgenes de imprecisión.

En general, los cálculos en la submuestra de validación indican que al igual que en la submuestra de entrenamiento, el error de estimación de edad mediante el método de la aurícula es alto, aún cuando se haga un ajuste de éste en relación al propuesto por Osborne y cols. (2004).

2. Estimación de edad en Cementerio General

Como fue explicado en el capítulo de Introducción, los métodos tradicionales de estimación de edad, como el analizado en el presente estudio, poseen errores inherentes al estimar la edad cronológica mediante la edad biológica y al utilizar muestras de edad conocida para estimar la edad en individuos que pueden presentar grandes diferencias, tanto a nivel muestral, histórico-cultural, biológico e incluso, dentro de la misma población (Nawrocki 2010, Bocquet-Appel y Masset 1982).

Siguiendo lo anterior, es necesario considerar que en la colección Cementerio General pueden estar influyendo factores externos a la estimación de la edad a través de la superficie auricular: factores ambientales, comportamiento de los individuos, predisposiciones a patologías o respuestas al medio y factores genéticos (Kemkes-Grottenthaler 2002). Éstos pueden ocasionar mayor variación entre los individuos tanto a nivel intrapoblacional, interpoblacional y dentro del mismo individuo. Lo anterior se ha observado al estimar la edad mediante diversos métodos antroposcópicos, los cuales han arrojado valores completamente distintos para un mismo sujeto (Hens y cols. 2008, Franklin 2010).

De esta manera, la estimación de edad posee un problema intrínseco que es el uso de la edad biológica para estimar la edad cronológica. A partir de aquí, otros problemas como el tamaño muestral, la representatividad de cada rango etario, el dimorfismo sexual, etc. contribuyen aún más al aumento del error en la estimación (Bocquet-Appel y Masset 1985, Hoppa y Vaupel 2002, Klepinger 2006, Storey 2007, Nawrocki 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, en los análisis realizados en la muestra de entrenamiento de la colección Cementerio General, los resultados preponderantes son la gran variación que muestran las estimaciones de edad a partir de la fase tres, la superposición que se observa en los intervalos de confianza entre todas las fases y la no separación de éstas, a excepción de las fases dos y tres. En este sentido, podría argumentarse que el ajuste del nuevo método en una muestra de la colección "Cementerio General" presenta un fenómeno similar observado en la mayoría de los estudios de estimación de edad, los que muestran una gran superposición y un mayor error de certeza y precisión, sobretodo en sus límites respecto a cada fase (Lovejoy y cols. 1985b, Murray y Murray 1991, Schmitt y cols. 2002, Buckberry y Chamberlain 2002, Osborne y cols. 2004, Mulhern y Jones 2005, Falys y cols. 2006), los que han sido categorizados como "errores estadísticos" (Bocquet-Appel y Masset 1982, Nawrocki 2010).

Por consiguiente, la reducción de la cantidad de fases disminuiría el error de certeza, pero aumentaría el error de precisión en la colección Cementerio General. Siguiendo lo anterior, Chamberlain (2006) discute que la separación en tres rangos etarios, es decir, juvenil, primer adulto y adulto mayor es lo más recomendable, por lo menos para este método, lo que es concordable con los resultados de este estudio. Sin embargo, la disminución de seis fases a tres, hace que el método pierda utilidad, especialmente en el ámbito forense, además que no resuelve el problema de la superposición de las fases en los extremos superior e inferior.

En relación a la construcción del modelo ANOVA, como se señaló anteriormente, al considerar la variable sexo y su interacción con la variable fase, se obtiene que estas variables no influyen en la estimación de edad, por lo tanto, es posible aplicar el método en hombres y mujeres de Cementerio General de igual manera. Estos resultados han sido encontrados en la mayor parte de los estudios que evalúan el método de la superficie auricular (Buckberry y Chamberlain 2002, Osborne y cols. 2004, Klepinger 2006, Komar y Buikstra 2008).

Por otro lado, el modelo ANOVA construido otorga un 50% de explicación de la variabilidad de la edad, lo que significa que el porcentaje restante de la variación de ésta ocurre por otros factores independientes de la edad (Nawrocki 2010). Este porcentaje es similar en comparación con otros estudios, por ejemplo, para las suturas craneales, entre el 35 y 51 por ciento de la varianza se debe a la edad (Zambrano 2005, Nawrocki 1998 en Nawrocki 2010); en tanto que en la sínfisis púbica, la edad explica entre el 45 y 49 por ciento de su variación (Uhl 2007, Guthrie 2008 en Nawrocki 2010) y para el extremo esternal de las costillas, el 44 por ciento se explica por la edad (Uhl 2007 en Nawrocki 2010).

En Osborne y cols. (2004) sólo un 34% de la variación en la morfología de la superficie auricular es atribuible a la edad. Esta diferencia con los resultados de la colección Cementerio General puede deberse a que esta muestra podría ser más homogénea respecto a la utilizada por Osborne, ya que es una sola colección de individuos chilenos fallecidos en Santiago, en tanto que en la muestra utilizada por Osborne y cols. (2004), se utilizan dos colecciones de épocas distintas (primera mitad del siglo XX e individuos contemporáneos desde la década de 1980) y de distinta etnicidad. Sin embargo, es necesario recalcar que la colección Cementerio General es mestiza, por lo que puede presentar un grado importante de heterogeneidad respecto a la ancestría, además de diferencias ambientales y culturales propias de esta población.

2.1 Precisión y Certeza

En nuestro caso, si bien no se observan diferencias significativas entre el método de Osborne y cols. (2004) y los análisis realizados en Cementerio General, es en la etapa de validación de los resultados (cálculos de precisión, certeza, porcentajes de acierto) en donde surgen diferencias importantes entre ambos métodos.

Por una parte, se observa que la mayor incerteza e imprecisión se hallan en las fases intermedias de la muestra Cementerio General, lo que puede deberse, principalmente, a la dificultad de diferenciar las fases entre sí. Esto se observa también en el estudio de Osborne y cols. (2004), ya que utiliza la misma caracterización de las fases que otorga Lovejoy y cols. (1985b), cuya descripción no es clara para poder diferenciar las fases en relación a los rasgos y a su vez, las imágenes otorgadas son poco nítidas (Klepinger 2006).

Las características de la superficie auricular del método original, tales como porosidad, textura de la superficie y cambios marginales, se desarrollan independientemente en relación a la edad (Buckberry y Chamberlain 2002), aunque Lovejoy y cols. (1985b) las evalúan en conjunto. Esto podría influir en la clasificación y determinación de cada fase. De la misma manera, Saunders y cols. (1992) arguyen que el método implica una gran dificultad, especialmente, al clasificar “individuos ambiguos” que no pueden ser asignados a una fase.

En el método presentado en este estudio, la imprecisión es mayor entre las fases tres y cinco, por lo que los porcentajes de acierto son los más bajos. Esto da cuenta que en las fases intermedias es usual observar varios rasgos correspondientes a distintas fases en un sólo individuo. Por lo tanto, la dificultad de evaluar los rasgos de la superficie auricular en las edades intermedias, sería un factor preponderante en el método presentado en este trabajo, lo que coincide con otros métodos similares. En particular, los rasgos más complejos de identificar en

este estudio corresponden a diferencias entre las granulosidades finas y gruesas, microporosidad y macroporosidad, a la vez que granulosidad y microporosidad. Además de la complejidad de discernir entre estos rasgos, se observó que los cambios en el área retroauricular no se asocian directamente al aumento de la edad, ya que tanto individuos jóvenes como seniles mostraron acentuación de la actividad en esta zona, lo que se puede atribuir a la inserción de los ligamentos lumbosacro y sacroilíaco y a la actividad biomecánica particular de cada individuo.

Dado que esto se observa en diversos estudios donde utilizan el método de la superficie auricular (Saunders y cols. 1992, Bedford y cols. 1993), Buckberry y Chamberlain (2002) proponen evaluar cada rasgo por separado y otorgarle una puntuación, proponiendo un sistema cuantitativo mediante cálculos de regresión múltiple. Cada característica de la superficie auricular presenta una baja correlación entre ellas y no significativas, interpretando los autores que los rasgos proveen fuentes de información independiente sobre la edad. Sin embargo, igualmente las fases propuestas presentan desviaciones estándar altas a partir de la fase tres y una superposición de todas ellas, lo cual lo compensan utilizando análisis bayesianos (*op. cit.*, Chamberlain 2000).

Por otro lado, el tamaño muestral de igual manera puede influir en los cálculos de precisión y certeza de la estimación de edad (Chamberlain 2006, Hoppa y Vaupel 2002, Nawrocki 2010). En relación al tamaño muestral del presente estudio, la cantidad de individuos por rango etario es similar, por lo que se descarta que la cantidad de jóvenes o adultos mayores esté afectando sobre el error de estimación (Nawrocki 2010). En cambio, en la muestra de Osborne y cols. (2004) el rango menor (16-20 años) y el rango mayor (80-89 años) presentan muy pocos casos en comparación al resto de los rangos etarios (Tabla 1 en Osborne y cols. 2004), lo que puede influir en los resultados de precisión y certeza.

En el presente método, la precisión muestra los valores de error más altos en las fases medias (tres, cuatro y cinco) y los valores más bajos en las fases uno, dos y

seis. Por su parte, la certeza da cuenta de una tendencia general a sobrestimar las edades en la mayoría de las fases, con excepción a las fases uno y cuatro. En cambio, el método de Osborne y cols. (2004) exhibe resultados con un bajo error de certeza, en donde hay valores altamente certeros (0.0) en las fases uno, cuatro y cinco, mientras que en las demás hay sobreestimación de 0.3 en la fase dos, 0.1 en la fase seis y subestimación de -0.4 en la fase tres. Al comparar estos resultados con los del método presentado en este estudio, se vislumbra una baja certeza en esta muestra. Sin embargo, la precisión de la estimación de edad en la muestra estadounidense es bastante baja, disminuyendo drásticamente a partir de la fase tres, obteniendo un promedio de 11.3 en la muestra. En cambio, en la colección Cementerio General la precisión es mayor, llegando aproximadamente a la mitad del valor de Osborne y cols. (2004). Esto es precisamente lo que se deseaba lograr con la presente investigación, es decir, generar un mayor ajuste de la estimación de la edad a partir del sistema de fases propuesto por Osborne y cols. (2002)

Por lo tanto, si bien el método de Osborne y cols. (2004) es certero, presenta una muy baja precisión, dando cuenta que los rangos sugeridos no son útiles, debido a su gran superposición. Si bien estos resultados exhiben un alto porcentaje de acierto en la estimación de edad, al considerar la enorme superposición entre cada fase, se pierda esta confiabilidad.

En relación a lo anterior, Lovejoy y cols. (1985a) enfatizan con respecto a la precisión y certeza, que uno de los problemas en los estudios de estimación de edad es que las estimaciones generalmente son evaluadas en su precisión sin tener en cuenta la certeza. Mientras la certeza posee un pequeño efecto en la estimación de la edad de un individuo, sus efectos podrían ser altamente significativos en la estructura demográfica de una población. De esta manera, es posible que un indicador muestre una alta precisión, pero una baja certeza, siendo importante que un método de estimación de edad intente reducir ambos errores (*op. cit.*), punto alcanzado en el presente estudio.

Un aspecto interesante de discutir en base a la certeza, se refiere a la naturaleza de los indicadores esqueléticos. El error de certeza tiene relación con que un marcador esquelético asociado a la edad presente un error direccional, es decir, que muestre una edad mayor o una edad menor (Lovejoy y cols. 1985a,b). Luego, la certeza está directamente asociada a la dinámica del tejido óseo, el cual es constantemente remodelado ante la respuesta a múltiples estímulos de tipo ambiental, genético, metabólico, nutricional, hormonal o mecánico (Kemkes-Grottenthaler 2002). En este sentido, uno de los problemas en la estimación de edad es no considerar que las tasas de crecimiento y remodelación ósea difieren durante la ontogenia de un individuo. Como no es posible saber esto a partir de restos esqueléticos, las diferencias en la velocidad de tales cambios podrían introducir tendencias sistemáticas de subestimación y sobrestimación (*op. cit.*). Siguiendo lo anterior, sucesos como la osteoporosis fisiológica, que aparece sobre los cuarenta años en hombres y mujeres o la menopausia en la mujer, entre otros, pueden generar diferencias a nivel interpersonal en una misma población o en una misma colección osteológica, pudiendo observarse un rasgo morfológico propio de una fase con anterioridad a la edad asociada a ésta o posterior a esta fase. En el caso de Cementerio General, se observa una mayor sobrestimación de la edad, es decir, en general, se clasificó mayormente a individuos jóvenes en fases más tardías, por lo que la superficie auricular en ellos presenta rasgos más avanzados en edades tempranas. Por otro lado, existen valores extremos u *outliers* en donde hay subestimación de la edad en las fases uno y dos sólo en individuos masculinos, a los que les correspondía una fase mayor y un caso de sobrestimación en la fase seis para un individuo femenino de 30-40 años. Si bien son pocos los valores extremos como para realizar conclusiones mayores, es interesante subrayar que sólo individuos masculinos fueron subestimados, mientras que únicamente a una mujer se le sobrestimó su edad. Esto podría deberse a que los individuos de sexo femenino en la colección Cementerio General se hayan expuestos a mayor estrés de tipo fisiológico, debido a su función reproductiva sumado a las malas condiciones de vida de esta población, esto

último podría estar influyendo en la apariencia mayor en la superficie auricular tanto en hombres como mujeres (Hoppa 2000, Abarca 2011).

En relación a los rangos sugeridos calculados a partir de los intervalos de confianza y del error de precisión en Cementerio General, muestran mayor confiabilidad que los otorgados por Osborne y cols. (2004), al igual que los porcentajes de acierto. Aunque los rangos sugeridos en la muestra chilena también se sobreponen como es de esperarse dentro de estudios asociados al crecimiento y desarrollo de los individuos.

Por lo tanto, uno de los aportes de este estudio recae en haber obtenido valores menores de error tanto en la certeza como en la precisión, logrando ajustar el método original de la superficie auricular, lo cual es relevante en un estimador de edad (Lovejoy y cols. 1985a).

Además, si bien los errores de la estimación de edad en base a la superficie auricular son comunes tanto en este método como en otras técnicas (Osborne y cols. 2004), este método en comparación con el de la sínfisis púbica, es apoyado en gran medida, dado que este último es poco confiable en la estimación de la edad en individuos sobre los cuarenta años, ya que completa su desarrollo alrededor de esta década, siendo los cambios posteriores altamente variables. En cambio, la superficie auricular presenta cambios degenerativos en edades más tardías (Lovejoy y cols. 1997, Meindl y Rusell 1998, Storey 2007).

2.2 Error bio-cultural en Cementerio General

Si bien la mayor parte de los autores hablan de un “error de tipo biológico” (Bocquet-Appel y Masset 1982, Nawrocki 2010, Franklin 2010), en este estudio hablaremos de “error bio-cultural” para entender todos aquellos factores asociados a la biología y al modo de vida del individuo y/o población.

Es importante considerar en el proceso de degeneración de las articulaciones en adultos, múltiples factores asociados a la acumulación de los efectos biomecánicos y fisiológicos de cada individuo y/o población que pueden explicar parte de la variación morfológica más allá de la edad, dando como resultado importantes rangos de error (Nawrocki 2010, Kemkes-Grottenthaler 2002). De la misma forma, factores genéticos, patológicos, nutricionales y de estilo de vida pueden influir en la remodelación esquelética a lo largo de la vida. De esta manera, distintas partes del esqueleto pueden “estimar la edad” con diferentes valores, tanto entre individuos como también en el individuo mismo (Franklin 2010), es decir existe una heterogeneidad interpersonal (Kemkes-Grottenthaler 2002) y una variabilidad intra-individual (Spirduso 1995) dada por los múltiples factores ambientales y genéticos.

En particular, la colección Cementerio General corresponde a un segmento de la población de Santiago, de comunas periféricas de esta ciudad, correspondiente a individuos fallecidos entre 1960 y 1973 en su mayoría, aunque también hay una proporción menor de individuos fallecidos en 1986 (Abarca 2011). Dado lo anterior, este grupo pertenecería a estratos socioeconómicos bajos y contaría con una baja calidad de vida respecto a la salud, alimentación y educación (Chacón 1941, Valiente y Arteaga 1965). Esto, debido a los registros que posee el Cementerio General de cada individuo, a la distribución espacial de las tumbas del cementerio que reflejan la disposición centro-periferia de Santiago (Abarca 2011) y al contexto social de la época, considerando la importante migración campo-ciudad durante la década de 1940 y todas las implicancias demográficas, de higiene, salud y calidad de vida que conlleva esto (*op. cit.*). Probablemente, los individuos pertenecientes a la colección Cementerio General realizaron trabajos con un alto estrés biomecánico, como labores asociadas a la construcción, industria o agricultura, actividades comunes para los sectores socioeconómicos bajos de Santiago de mitad del siglo XX. Sumado a esto, las familias se componían de un promedio de cinco a siete hijos, por lo que las condiciones habitacionales y de salubridad podían ser impropias (Cortés 1941). Por

consiguiente, los patrones de vida de esta población podrían estar condicionando problemas de salud, estrés psicológico y físico y por ende, influenciando en los procesos metabólicos y fisiológicos asociados a la edad.

Por otro lado, debemos considerar que la composición genética de esta población es de carácter heterogéneo, con un grado de miscegenación no conocido entre componentes indígena y español, además de un mestizaje posterior, debido principalmente a migraciones ocurridas durante el siglo XX (Valenzuela 1987). Es por esto que la colección Cementerio General corresponde a un segmento de la población chilena y santiaguina social y económicamente similar, aunque su composición genética puede ser muy heterogénea, dada su condición mestiza.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las implicancias socioculturales y biológicas de esta población, el error biocultural en la estimación de la edad de muerte a través de la superficie auricular se asociaría con la genética, nutrición, salud y estrés físico, así como el estrés psicológico y fisiológico, factores que en conjunto con las condiciones de pobreza que caracterizaron a este segmento de la población santiaguina, podrían haber modificado el normal crecimiento y desarrollo de los individuos. Algunos supuestos del origen del error biocultural en la estimación de la edad cronológica son la desnutrición infantil, como se documenta para la época, el cual puede afectar la composición ósea (Franklin 2010) y el estrés biomecánico producto del esfuerzo físico constante (Nawrocki 2010). Es así que en los esqueletos analizados en el presente estudio, una gran cantidad de ellos fueron estimados en fases tardías (sobrestimados), siendo que su edad documentada era menor. Hay que recalcar que en las fases cinco y seis hay individuos masculinos y femeninos que poseen una edad entre 20 y 30 años y que muestran una apariencia bastante mayor en la superficie auricular. Lo anterior podría atribuirse a un alto estrés biomecánico producido por el tipo de trabajo realizado, por la labor del parto en las mujeres, ya sea único o múltiple, también a una severidad de condiciones patológicas como la osteoporosis y además, a la baja calidad de vida.

Por otro lado, también se observaron esqueletos que poseían una superficie auricular aparentemente joven y que fueron estimados en fases tempranas, pero que documentan una edad mucho mayor (subestimación). Esto se presenta a partir de la fase tres, a excepción de los casos atípicos que se observan en la fase uno y dos, lo que podría tener relación con los errores estadísticos propios de los estimadores de edad antes explicados, es decir, que en fases tardías aumenta el error de estimación, lo que se denomina *efecto de trayectoria* (Nawrocki 2010). Sin embargo, también pueden estar interviniendo variables medioambientales, como puede ser la nutrición o condiciones patológicas que hagan que la superficie auricular u otra articulación posea una apariencia juvenil o no desarrollada, como sucede con la estatura de los individuos, en donde condiciones de nutrición, salud y calidad de vida pueden afectar la estatura (Abarca 2011).

Por lo tanto, probablemente las bajas condiciones de vida de los individuos que componen la colección Cementerio General, hayan influido en la morfología de la superficie auricular. Ambas variables, sociocultural y genética, han cambiado desde ese período hasta la actualidad, por lo que la aplicación del método en grupos contemporáneos de la población santiaguina-chilena podría arrojar errores más altos, pero que no se han probado en la presente investigación.

VII. CONCLUSIÓN

Las preguntas de investigación de la presente Memoria de Título se centraron en tres aspectos: comprobar la aplicabilidad del método de Osborne y cols. (2004) en una muestra esquelética de población chilena subactual (Cementerio General), medir el error de precisión y certeza del método en esta muestra y generar un ajuste para reducir los errores de la técnica original. Los resultados dan cuenta que el método de Osborne y cols (2004), si bien es aplicable a la población chilena subactual, dado que no hay diferencias significativas entre ambas muestras, no presenta una buena precisión. Al contrario, el nuevo método logró realizar un ajuste del método estadounidense en la muestra de Cementerio General, reduciendo de manera notoria el error de precisión, consiguiendo así un mayor equilibrio entre los errores de certeza y precisión. Por otro lado, se generaron rangos etarios para la muestra chilena en base al error de precisión y a los intervalos de confianza, lo cual contribuye en la confiabilidad de la aplicación del método original en población chilena.

Otro punto a destacar dentro del estudio, es el análisis sobre el efecto que podrían tener las variables sexo y la interacción del sexo con la estimación de las fases en la varianza de edad cronológica. Los resultados obtenidos de la construcción del modelo ANOVA exponen que el sexo no influye de manera significativa en la estimación de edad, al igual que la interacción entre sexo y fase. Junto con lo anterior, este modelo explica en un 50% la variabilidad de la edad, lo cual es notoriamente más alto en comparación al estudio de Osborne y cols. (2004), en el que sólo el 34% de la variación en la morfología de la superficie auricular es atribuible a la edad e incluso de otros trabajos similares utilizando otros rasgos esqueléticos.

Por otro lado, la evaluación de la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre las fases, muestra que la separación en seis fases no es confiable, ya que no se separan entre sí. Los análisis de estadística descriptiva dan cuenta de lo mismo, lo cual aumenta en las últimas fases, evidenciando que a

mayor edad el error en la estimación también aumenta, lo cual es observado en todos los métodos de estimación de edad, a lo que se ha designado “efecto de trayectoria” (Nawrocki 2010).

Con respecto a la estimación de edad en las fases intermedias, se obtuvieron menores porcentajes de acierto en Cementerio General, lo que es atribuible a la complejidad del método, dado que la morfología de la superficie auricular en individuos de 35 a 50 años aproximadamente es bastante confusa, mezclándose distintos rasgos como la microporosidad, macroporosidad, granulosidad fina y gruesa, por lo que este período de transición entre un estado juvenil a uno senil arroja mayores porcentajes de error al estimar la edad. Es probable que al evaluar de mejor manera cada característica de la superficie auricular, como lo sugiere Buckberry y Chamberlain (2002) al tomar cada rasgo por separado y otorgarle una puntuación, se logre una reducción del error al momento de conferirle una fase a un individuo, teniendo siempre en cuenta que en general este tipo de métodos presenta errores intrínsecos asociados a la relación entre la edad cronológica y biológica de las poblaciones e individuos.

En relación a la colección Cementerio General, es importante recalcar que al ser una colección documentada en relación al sexo y edad, junto con el conocimiento del contexto socio-cultural de la época en que vivieron estos individuos y gracias a estudios previos realizados sobre Cementerio General (Abarca 2011), se convierte en una importante colección osteológica por la información sobre los posibles errores bio-culturales que puedan afectar la morfología de la superficie auricular, como son la condición mestiza de estos individuos (factor genético), efectos de una nutrición deficiente, condiciones precarias de vivienda y salud, trabajos basados en la realización de actividades biomecánicas constantes. Lo anterior, contribuiría a una degeneración mayor o más rápida de ciertas articulaciones, en comparación a sujetos que hubiesen realizado labores con un menor impacto músculo-esquelético y que probablemente, no habrían pertenecido a estratos socio-económicos bajos, como serían los individuos de Cementerio General

durante la mitad del siglo XX en Santiago. De la misma forma, la presencia de aurículas aparentemente más jóvenes en relación a la edad de los esqueletos, podría deberse a las condiciones deficientes nutricionales y de salud, evidenciándose una marcada variabilidad de los rasgos de acuerdo a cada tramo etario.

Por tanto, así como se constituyó en un aporte la utilización de esta colección en la presente memoria, también lo sería en diversos estudios futuros al ser un reflejo de nuestra sociedad en el pasado, siendo relevante continuar indagando en ella dándole prioridad en materia curatorial.

En general, las limitaciones de los métodos antroposcópicos de estimación de edad, como la utilización de muestras de referencia con edad conocida, están siendo evaluadas ocupando la misma base teórica que se ha utilizado tradicionalmente, pero con análisis estadísticos distintos más modernos. En estudios próximos sería interesante evaluar la incorporación de análisis similares, además de evaluar la variable ancestría en población chilena, teniendo en cuenta que la población estudiada (Cementerio General) es mestiza y que representa a un segmento acotado de la población santiaguina y chilena.

Por último, queda por establecer que el presente estudio puede ser un importante aporte para el avance en la aplicación de métodos de estimación de edad en individuos de la población chilena, prestando una gran utilidad en estudios forenses, paleodemográficos y bioarqueológicos. Es de esperar que se continúe profundizando en estos métodos, como también en técnicas de determinación de sexo, estatura y ancestría en población chilena actual, subactual y prehispánica, lo cual seguramente otorgará una mayor fiabilidad en la reconstrucción de los modos de vida, estructuras paleodemográficas y a la vez, identificación del individuo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca, V. 2008. Efectos de la edad sobre la exactitud de métodos craneales y pélvicos no métricos para la estimación de sexo en población chilena subactual. *Práctica profesional*, mención Antropología Física, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.
2. Abarca, V. 2011. Efectos de la nutrición sobre el dimorfismo sexual expresado en la estatura (SSD) de una muestra de población chilena subactual. *Memoria para optar al título profesional de Antropóloga Física*, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.
3. Acsádi, G. y Nemeskéri, J. 1970. *History of human life span and mortality*. Budapest: Hungarian Academic Society.
4. Bernal, V., González, P., Pérez, I. y Del Papa, M. 2004. Evaluación del error intraobservador en bioarqueología. *Intersecciones Antropológicas* 5:129-140.
5. Bocquet-Appel, J.P. y Masset, C. 1982. Farewell to paleodemography. *Journal of Human Evolution* 11:321-333.
6. Brooks, S.T. y Suchey, J.M. 1990. Skeletal age estimation based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution* 5: 227–238.
7. Buckberry, J.L. y Chamberlain, A.T. 2002. Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American Journal of Physical Anthropology* 119: 321–329.
8. Buikstra, J.E. y Konigsberg, L. 1985. Paleodemography: critiques and controversies. *American Anthropologist* vol.87, No 2.

9. Buikstra, J.E. y Ubelaker, D.H. Eds. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. *Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History*. Organized by J. Haas. Arkansas Archaeological Survey Research Series N° 44.
10. Cameron, N. 2004. Measuring Growth. En *Methods on human growth research*, editado por R. Hauspie, N. Cameron y L. Molinari, cap. 4, pp: 68-70. Cambridge University Press.
11. Chamberlain, A. 2000. Problems and prospects in palaeodemography. En *Human osteology in archaeology and forensic medicine*, editado por M. Cox y S. Mays, pp: 101–116. London: Greenwich Medical Media.
12. Chamberlain, A. 2006. Archaeological demography. En *Demography in archaeology*, editado por G. Barker, cap 4, pp: 81-132. Cambridge manuals in archaeology.
13. Cohen, J. 1960. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational Psychology Measurement* 20: 37-46.
14. Cortés, C. 1941. Estudio Comparativo de la Situación Económico Social de dos Grupos Obreros, uno Agrícola y otro Industrial de la región de San Fernando. *Revista Servicio Social. Órgano de la Escuela de Servicio Social de la Junta de Beneficencia de Santiago*. Año XV (3).
15. Daniel, W. 2005. *Biostatistics. A foundation for analysis in the health sciences*. Wiley, USA.
16. Díaz, P. 2009. Puesta en Valor de Colecciones Patrimoniales Bioantropológicas: El material osteológico de los patios 25 y 28 de Cementerio General almacenado en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile y capacitación en el manejo de instrumental de

medición. *Práctica profesional*, mención Antropología Física, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

17. Falys, C., Schutkowski, H. y Weston, D. 2006. Auricular Surface Aging: Worse than expected? A test of the revised method on a documented historic skeletal assemblage. *American Journal of Physical Anthropology* 130:508-513.
18. Franklin, D. 2010. Forensic age estimation in human skeletal remains: current concepts and future directions. *Legal Medicine* 12:1-7.
19. Gilbert, B.M. y McKern, T.W. 1973. A method for aging the female os pubis. *American Journal of Physical Anthropology* 38:31-38.
20. Gustafson, G. 1950. Age determination on teeth. *Journal of the American Dentist Association* 41: 45-54.
21. Hoppa, R. 2002. Paleodemography: looking back and thinking ahead. En *Paleodemography ages distributions from skeletal samples*, editado por R. Hoppa y J. Vaupel, cap. 2, pp: 9-28. Cambridge University Press.
22. Hoppa, R. y Vaupel, J. 2002. The Rostock manifesto for paleodemography: the way from stage to age. En *Paleodemography ages distributions from skeletal samples*, editado por R. Hoppa y J. Vaupel, cap. 1, pp: 1-8. Cambridge University Press.
23. Howell, N. 1976. Toward a uniformitarian theory of human paleodemography. En *The demographic evolution of human populations*, editado por RM. Ward y KM. Weiss, pp: 25-40. New York: Academic Press.

24. Igarashi, Y., Uesu, K., Wakebe, T. y Kanazawa, E. 2005. New method for estimation of adult skeletal age at death from the morphology of the auricular surface of the ilium. *American Journal of Physical Anthropology* 128: 324-339.
25. Iscan, M.Y., Loth, S.R. y Wright, R.K. 1984. Metamorphosis at the sternal rib end: A new method to estimate age at death in white males. *American Journal of Physical Anthropology* 65(2): 147-56.
26. Iscan, M. Y., Loth, S. R. y Wright, R. K. 1985. Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *Journal of Forensic Sciences* 30: 853–863.
27. Iscan, M. Y., Loth, S. R. y Wright, R. K. 1987. Racial variation in the sternal extremity of the rib and its effect on age determination. *Journal of Forensic Sciences* 32: 452–466.
28. Iscan, M. Y., Loth, S. R. y Wright, R. K. 1993. Casts of age phases from the sternal end of the rib for white males and females. *Bellvue, CO: France Casting*.
29. Iscan, M. Y. y Loth, S. R. 1986. Estimation of age and determination of sex from the sternal rib. En: *Forensic osteology. Advances in the identification of human remains*, editado por KJ. Reichs, pp. 68–89. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
30. Iscan, M.J. y Loth, S.R. 1989. Estimation of age and determination of sex from the sternal rib. En: *Forensic osteology. Advances in the identification of human remains*, editado por KJ. Reichs, pp: 68–89. Springfield, IL: C.C. Thomas.
31. Kemkes-Grottenthaler A. 2002. Aging through the ages: historial perspectives on age indicator methods. En *Paleodemography ages distributions from*

skeletal samples, editado por R. Hoppa y J. Vaupel, cap. 4, pp:48-72. Cambridge University Press.

32. Key CA., Aiello LC. y Molleson T. 1994. Cranial suture closure and its implications for age estimation. *International Journal of Osteoarchaeology* 4: 193-207.
33. Klepinger L. 2006. Age Estimation. En *Fundamentals of forensic anthropology*, editado por M. Cartmill y K. Brown, cap. 5, pp: 42-63. Wiley-Liss, Canadá.
34. Komar D. y Buikstra J. 2008. Beginning the identification process developing a biological profile. En *Forensic anthropology. Contemporary theory and practice*. Cap. 5, pp: 115-153. Oxford University Press, New York.
35. Konigsberg L. y Frankenberg S. 1992. Estimation of age structure in anthropological demography. *American Journal of Physical Anthropology* 89:235-256.
36. Konigsberg L. y Frankenberg S. 1994. Paleodemography: "not quite dead." *Evolutionary Anthropology* 3:92-105.
37. Konigsberg L., Herrmann N., Wescott D. y Kimmerle E. 2008. Estimation and evidence in forensic anthropology: age-at-death. *Journal of Forensic Sciences* vol.53, No.3
38. Krenzer, U. 2006. Estimación de la edad osteológica en adultos. En *Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico*, tomo III, pp: 1-63. Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas (CAFCA), Guatemala. Primera edición.

39. Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, Tavernier JC y Nossintchouk RM. 1992. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *Journal Forensic Sciences* 37: 1373–1379.
40. Landis, J. R. y G. G. Koch. 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 33: 159-174.
41. Lemp, C., Rodríguez, M., Retamal, R. y Aspillaga, E. 2008 Arqueología del depósito: manejo integral de las colecciones bioantropológicas en el Departamento de Antropología de la Universidad de Chile. *Revista Conserva* (12): 69-96.
42. Lovejoy CO, Meindl RS, Mensforth RP y Barton TJ. 1985a. Multifactorial determination of skeletal age at death: A method and blind tests of its accuracy. *American Journal of Physical Anthropology* 68:1– 14.
43. Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR y Mensforth RP. 1985b. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68: 15–28.
44. Masset C. y de Castro e Almeida. 1981. Une derive séculaire dans l'oblitération des sutures crâniennes. *Communication présentée devant la Société d'Anthropologie de Paris*.
45. Masset C. 1989. Age estimation on the basis of cranial sutures. En *Age markers in the human skeleton*, editado por MY Iscan, pp: 71-103. CC. Thomas, Springfield, Illinois.
46. Maxwell, A. E. 1970. Comparing the Classification of Subjects by Two Independent Judges. *British Journal of Psychiatry* 116: 651-655.

47. McKern TW. y Stewart TD. 1957. *Skeletal age changes in young American males*. Technical report EP-45. Natick, MA: Quartermaster Research y Development Command.
48. Meindl RS. y Lovejoy CO. 1985. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology* 68: 57–66.
49. Meindl RS. y Lovejoy CO. 1989. Age changes in the pelvis: implications for paleodemography. En *Age markers in the human skeleton*, editado por MY Iscan, pp: 137–67. Springfield: Charles C. Thomas.
50. Meindl RS y Russell KF. 1998. Recent advances in method and theory in paleodemography. *Annual Review of Anthropology* 27:375– 399.
51. Mulhern DM. y Jones EB. 2005. Test of revised method if age estimation from the auricular surface of the ilium. *American Journal of Physical Anthropology* 126: 61–65.
52. Murray KA. y Murray T. 1991. A test of the auricular surface aging technique. *Journal Forensic Sciences* 36: 1162–1169.
53. Nawrocki SP. 1998. Regression formulae for estimating age at death from cranial suture closure. En *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*, editado por KJ Reichs, pp: 276–92. New York: Wiley-Liss.
54. Nawrocki SP. 2010. The nature and sources of error in the estimation os age at death from the skeleton. En *Age estimation of the human skeleton*, editado por K. Latham y M. Finnegan, cap. 6, pp:79-101. Charles C. Thomas, United States of America.

55. Osborne D. L., Simmons T. L. y Nawrocki S. P. 2004. Reconsidering the auricular surface as an indicator of age at death. *Journal of Forensic Sciences* 49: 905–911.
56. Paredes C., Hagn J. C. y Constantinescu F. 1993-1994. Identificación: determinación de la edad en sínfisis púbica. *Revista Chilena de Antropología* 12: 163-178.
57. Rodríguez Cuenca JV. 1994. *Introducción a la antropología forense*. Análisis e identificación de restos óseos humanos. Universidad Nacional de Colombia.
58. Saunders SR, Fitzgerald C, Rogers T, Dudar C y McKillop H. 1992. A test of several methods of skeletal age estimation using a documented archaeological sample. *Can Soc Forensic Sci J.* 25:97–118.
59. Schmitt A, Murail P, Cunha E y Rougé D. 2002. Variability of the pattern of aging on the human skeleton: evidence from bone indicators and implications on age at death estimation. *Journal of Forensic Sciences* 47: 1–7.
60. Schmitt A. 2004. Age-at-death assessment using the os pubis and the auricular surface of the ilium: a test on an identified Asian sample. *International Journal Osteoarchaeology* 14: 1–6.
61. Shapiro S. S. y Wilk M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52 (3-4): 591–611. doi:10.1093/biomet/52.3-4.591.
62. Spirduso WW. 1995. Physical dimensions of aging. Champaign, CT: Human Kinetics.

63. Stewart T. D. 1979a. *Essentials of Forensic Anthropology*. Springfield, IL:Charles C. Thomas.
64. Storey, R. 2007. An elusive paleodemography? A comparison of two methods for estimating the adult age distribution of deaths at Late Classic Copan, Honduras. *American Journal of Physical Anthropology* 132:40-47.
65. Stuart, A. A. 1955. A test of homogeneity of the marginal distributions in a two-way classification. *Biometrika* 42:412-416.
66. Suchey J. M., Owens P. A., Wisely D.V. y Noguchi T. T. 1984. Skeletal aging of unidentified persons. En *Human Identification: Case Studies in Forensic Anthropology*, editado por T.A. Rathbun y J. E. Buikstra, pp: 278–297. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
67. Suchey JM. y Katz D. 1986. Skeletal age standards derived from an extensive multiracial sample of Americans. *American Journal of Physical Anthropology* 69: 269.
68. Todd TW y Lyon DW. 1924. Endocranial suture closure: It's progress and age relationship. Part I: Adult males of white stock. *American Journal of Physical Anthropology* 7: 325-384.
69. Todd TW y Lyon DW. 1925a. Cranial suture closure: It's progress and age relationship. Part II: Ectocranial closure of adult males of white stock. *American Journal of Physical Anthropology* 8: 23-44.
70. Todd TW y Lyon DW. 1925b. Cranial suture closure: It's progress and age relationship. Part III: Endocranial closure in adult males of Negro stock. *American Journal of Physical Anthropology* 8: 47-71.

71. Todd TW y Lyon DW. 1925c. Cranial suture closure: It's progress and age relationship. Part IV: Ectocranial closure in adult males of Negro stock. *American Journal of Physical Anthropology* 8: 149-168.
72. Todd TW. 1920. Age changes in the pubic bone: The white male pubis. *American Journal of Physical Anthropology* 3: 427-470.
73. Ubelaker D. H. 1989. *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. 2nd edn. Washington, DC: Taraxacum.
74. Valenzuela C., Acuña M. y Harb Z. 1987. Gradiente sociogenético en la población chilena. *Revista Médica de Chile* 115:295-299.
75. Valiente S., Arteaga A. 1965. Problemas Nutricionales Colectivos en Chile. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*.
76. White, T. y Folkens P. 2005. The skeletal biology of individuals and populations. En *The human bone manual*, editado por N. Maragioglio, cap. 19, pp: 360-384. Elsevier Academic Press, E.E.U.U.
77. Yoder C., Ubelaker D. H., y Powell J. F. 2001. Examination of variation in sternal rib end morphology relevant to age assessment. *Journal of Forensic Sciences* 46: 223–227.

IX. Anexo 1

N° inventario	Sexo	Edad
B0252	Femenino	15
B0174	Masculino	16
B0380	Masculino	16
B0254	Femenino	17
B0250	Femenino	18
B0087	Femenino	18
B0236	Femenino	18
B0384	Masculino	18
B0357	Masculino	18
B0381	Masculino	18
B0204	Femenino	19
B0072	Masculino	20
B0048	Masculino	20
P6 S655	Femenino	21
P6 S217	Masculino	21
B0083	Masculino	21
B0198	Masculino	21
B0243	Femenino	22
P6 S183	Masculino	22
PabAn61	Masculino	22
B0333	Masculino	22
B0065	Masculino	22
B0068	Masculino	22
B0354	Masculino	22
B0017	Femenino	23
B0031	Masculino	23
B0352	Masculino	23

B0305	Femenino	24
B0286	Femenino	24
P28 S2766	Femenino	24
B0128	Masculino	24
B0145	Masculino	24
B0116	Femenino	25
B0241	Femenino	25
B0028	Masculino	25
B0370	Masculino	25
B0166	Masculino	26
B0382	Masculino	26
B0137	Masculino	26
B0150	Femenino	27
B0318	Masculino	27
P6 S802	Masculino	27
B0042	Masculino	27
P6 S789	Femenino	28
B0232	Femenino	28
B0323	Masculino	28
B0077	Femenino	29
B0220	Femenino	30
B0390	Masculino	30
B0233	Femenino	31
B0095	Femenino	31
B0339	Masculino	31
B0162	Masculino	31
B0219	Femenino	32
B0078	Femenino	32
B0387	Masculino	32
B0350	Masculino	32
P6 S686	Masculino	32

B0386	Masculino	32
B0030	Femenino	33
B0193	Femenino	33
P-G S262	Masculino	33
B0366	Masculino	33
B0372	Femenino	34
B0379	Masculino	34
B0155	Masculino	35
B0070	Masculino	35
B0184	Femenino	36
B0206	Femenino	37
B0074	Femenino	37
B0343	Masculino	37
B0368	Masculino	37
B0342	Masculino	37
B0049	Femenino	38
B0214	Masculino	38
B0177	Masculino	38
B0338	Masculino	38
B0050	Masculino	39
B0237	Femenino	40
B0069	Masculino	40
B0143	Femenino	41
B0210	Femenino	42
B0146	Femenino	42
B0022	Femenino	42
B0365	Masculino	42
B0331	Masculino	42
B0327	Masculino	42
B0178	Femenino	43
B0182	Femenino	43

B0332	Masculino	44
B0067	Masculino	44
B0102	Masculino	45
B0073	Femenino	46
B0015	Masculino	46
B0152	Masculino	46
B0375	Femenino	47
P28 S2919	Masculino	47
B0026	Femenino	48
B0009	Masculino	48
B0021	Masculino	48
B0147	Masculino	48
B0079	Femenino	49
B0007	Femenino	49
B0101	Masculino	50
B0301	Femenino	51
B0006	Femenino	51
G. CREM N206	Masculino	51
B0013	Masculino	51
B0195	Femenino	52
B0264	Femenino	54
B0302	Femenino	54
B0300	Femenino	54
B0344	Masculino	55
B0346	Masculino	55
B0322	Masculino	55
B0207	Femenino	56
B0181	Femenino	56
B0027	Femenino	56
B0209	Femenino	56
B0076	Masculino	56

B0168	Masculino	56
B0161	Femenino	57
B0176	Masculino	57
B0149	Masculino	57
B0025	Masculino	57
B0086	Masculino	57
P25 S1818	Femenino	58
B0199	Femenino	58
B0157	Masculino	58
B0215	Masculino	59
B0158	Femenino	60
B0167	Femenino	60
B0229	Femenino	60
B0345	Masculino	60
B0018	Masculino	60
B0218	Femenino	61
B0203	Femenino	61
B0340	Masculino	61
B0019	Masculino	61
B0103	Masculino	61
B0244	Femenino	62
B0377	Femenino	63
B0230	Femenino	63
B0278	Femenino	64
B0044	Femenino	64
B0034	Masculino	64
B0140	Masculino	64
B0267	Femenino	65
P28 S2247	Femenino	65
B0351	Masculino	65
B0169	Masculino	65

B0057	Femenino	66
B0036	Femenino	66
B0224	Femenino	66
B0355	Masculino	66
B0043	Femenino	67
B0240	Femenino	68
B0037	Femenino	68
B0064	Femenino	68
B0011	Masculino	68
B0251	Femenino	69
B0263	Femenino	69
B0360	Masculino	69
B0175	Femenino	70
B0187	Femenino	71
B0200	Femenino	71
B0208	Femenino	71
B0005	Femenino	71
B0197	Femenino	71
B0329	Masculino	71
B0129	Masculino	71
B0063	Masculino	71
B0138	Masculino	71
B0002	Femenino	72
B0186	Femenino	74
B0287	Femenino	74
B0205	Femenino	74
B0060	Femenino	74
B0285	Femenino	75
B0356	Masculino	75
B0282	Femenino	76
B0279	Femenino	76

B0164	Masculino	76
B0367	Masculino	76
B0363	Masculino	76
B0391	Masculino	77
B0194	Femenino	79