



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Sociales
Departamento de Antropología

Estimación de sexo en población chilena a través de mediciones del primer molar del maxilar.

Memoria para optar al título de Antropóloga Física

Geraldine Carquin Salinas

Profesora Guía: Miriam Pérez de los Ríos

Santiago, 2020

*“Y voy a seguir con mi tumbao
y con mis ojos coloraos”*

-William Omar Landón Rivera, 2006.

Agradecimientos

Agradecer primero a mi profesora guía Miriam Pérez de los Ríos y a mi profesora tutora Sandra López Lázaro, por la orientación, ayuda y todo lo que me enseñaron durante este proceso.

A los estudiantes que fueron parte de la muestra y a las amables personas del Servicio Médico Legal que me facilitaron parte de la muestra de validación.

A David Carvallo por su orientación en estadística que tanto necesité.

Gracias a mis padres que me dieron todo lo que estuvo a su alcance para que yo llegara a la universidad.

A mi hermano, la razón de mi vida, por ser atento y preocupado y una fuente inagotable de amor.

Gracias al Mono quien siempre amorosamente me motivó a seguir trabajando y con mucha paciencia me ayudó en todo lo que pudo.

Gracias a las Tetricas por siempre creer en mí, todos estos años no hubiesen sido posibles sin ustedes a mi lado.

A mis amigos de Rancagua, que siempre se les olvidó sobre qué estaba haciendo mi memoria, pero igual tuvieron fe de que lo lograría.

Y en especial agradecer a Don Lucio Díaz y Vilma Cavieres por todo el apoyo y confianza que me entregaron.

A todos ustedes, muchas gracias.

Índice

1. Introducción	6
1.1 Características e importancia de los dientes	7
1.2 Características del primer molar maxilar permanente	8
2. Antecedentes	9
2.1 Antecedentes metodológicos	12
2.1.1 Estimación de Sexo	12
2.1.2 La Odontometría	13
3. Marco teórico	13
3.1 Antropología dental	13
3.2 La antropología forense	14
3.2.1 La antropología forense en Chile	15
3.3 Odontología Legal	17
3.4 Dimorfismo sexual	17
4. Problematización	19
5. Hipótesis	21
6. Objetivo general	21
6.1 Objetivos específicos	21
7. Materiales y Métodos	22
7.1 Muestra	22
7.1.2 Obtención de la muestra	22
7.1.3 Criterios de exclusión	22
7.1.4 Caracterización de la muestra	23
7.1.5 Muestra de validación	23
7.1.6 Criterios de exclusión	24
7.2 Métodos	24
7.2.1 Método de medición de modelos 3D	24
7.2.2 Método de medición de dientes muestra de validación	26
7.2.3 Métodos estadísticos	27
7.2.4 Metodología de validación de los modelos	28
8. Resultados	28
8.1 Caracterización de las medidas del primer molar	28
8.2 Error intraobservador e interobservador	30
8.3 Test de normalidad	31
8.4 Test de Homocedasticidad	32
8.5 Distribución de las medidas	32

8.6 Dimorfismo sexual	40
8.7 Modelos de regresión logística	41
8.8 Validación de los resultados	43
8.9 Análisis del poder estadístico	44
9. Discusión	44
9.1 Dimorfismo sexual en primeros molares maxilares en una muestra chilena contemporánea	45
9.2 Dimorfismo sexual en primeros molares maxilares en otras poblaciones	47
9.3 Posibles causas del reducido dimorfismo sexual en el primer molar de la población chilena	49
9.3.1 Factores intrínsecos	49
9.3.2 Factores extrínsecos	50
9.4 Análisis del error de medición	52
10. Conclusiones	53
11. Bibliografía	54

Resumen

La identificación forense de restos óseos de larga data se ve dificultada cuando los restos están tafonomizados. Sin embargo, los dientes son muy resistentes a dichos procesos. Otra característica es que presentan dimorfismo sexual, con el cual se puede estimar sexo en el perfil biológico.

Para aprovechar el potencial forense de los dientes es necesario considerar las diferencias interpoblacionales en el grado de dimorfismo sexual, así también las diferencias con que se expresa en los distintos dientes de la arcada. Es por esto que la presente investigación, se plantea investigar de manera correlacional y cuantitativa la asociación de las medidas lineales del primer molar maxilar y el sexo biológico en una población chilena contemporánea.

Los resultados del estudio muestran poca presencia de dimorfismo sexual del primer molar superior y una baja precisión del modelo lineal generalizado calculado para estimar sexo biológico (precisión general del modelo de un 60%).

Finalmente, se discuten las posibles causas que pueden influir en el dimorfismo sexual en este diente a nivel poblacional, y se proponen nuevas aproximaciones sobre el dimorfismo sexual en dientes en la población chilena. Se concluye que es necesario seguir explorando este dimorfismo sexual como fuente de información forense.

1. Introducción

El estudio de la dentición es una valiosa fuente de información sobre la vida de un individuo; tanto en contextos forenses como arqueológicos permite conocer aspectos sociales e históricos de estos y sus grupos (Batres 2011). Su estudio entrega antecedentes para la reconstrucción de la vida de los individuos. Dan cuenta de aspectos como dieta, estrés ambiental, deficiencias durante el crecimiento, traumas, procesos patológicos, tratamientos odontológicos, modificaciones intencionales u ocupacionales o variaciones morfológicas que se asocian a poblaciones específicas (i.e. tubérculos de Carabelli, diente en pala, etc.), entre otros (Marin y Moreno, 2004).

Son numerosas las investigaciones que, mediante el estudio del dimorfismo sexual expresado en la dentición humana, han mostrado su alto valor predictivo para la estimación del sexo. Por ejemplo, en población española, se ha determinado que los caninos presentan una precisión del 92% para estimación de sexo (Viciano et al. 2013). Las metodologías basadas en el análisis de los dientes se presentan como una alternativa y/o complemento en contextos forenses, bien por la ausencia de otras regiones anatómicas o por su aplicación junto a otros métodos de estimación.

Es por ello que la antropología dental, en contextos antropológicos forenses, es una disciplina valiosa en auxilio a la justicia para la identificación de restos óseos humanos desconocidos, Aplicable en los países latinoamericanos donde los regímenes militares han dejado víctimas de violación de los derechos humanos, de carácter ideológico, se realizaron detenciones, secuestros, homicidios y desapariciones forzadas previa tortura de las víctimas (Gutiérrez y Villegas 1999), sus familias aún esperan la devolución de los restos de sus seres queridos. Así también la antropología dental puede ayudar en la identificación de víctimas de desastres masivos o casos criminales como homicidios, entre otros.

La presente investigación se centra en la propuesta de un método de estimación de sexo a través de las mediciones del primer molar maxilar en contextos forenses.

1.1 Características e importancia de los dientes

Se denomina dentición al conjunto de fenómenos de formación, brote y crecimiento de los dientes (Carbó, 1990). La forma y función de los dientes, están dictadas por un largo proceso de adaptación, no por cambios culturales recientes, es decir, adquieren su morfología por procesos evolutivos (Scott, 2017). Los humanos y la mayoría de los primates poseemos una dentición mixta no especializada, que puede procesar distintos tipos de alimentos (Ungar, 2010).

La reducción del tamaño dental y su simplificación estructural fue la tendencia evolutiva básica del sistema dental humano (Rodríguez, 2003). Una dieta blanda incide en tamaños dentales más pequeños (Pérez-Pérez et al. 2010), esto ocurre por la ausencia de fuerzas biomecánicas masticatorias que hagan crecer el maxilar y la mandíbula (Lucas, 2006). Sin embargo, desde la divergencia del linaje humano del actual chimpancé, entre 6 y 8 millones de años, los variados cambios evolutivos en la dentición no afectan ni el número de dientes ni su morfología general (Pérez- Pérez et al 2010).

Los dientes han sido muy estudiados por su gran capacidad para resistir los procesos tafonómicos debido a la dureza del bioapatito que los compone. Son de gran valor y nos ayudan a resolver problemas de interés antropológico. Ofrecen valiosa información sobre edad, sexo, etnicidad y hábitos alimenticios (Rodríguez, 2003). Para Hillson (1996) son una gran fuente de evidencia para la identificación, estudios de demografía, relaciones biológicas y salud en poblaciones arqueológicas. El fenotipo de los dientes queda plasmado en su formación y no se modifica por acción propia (ej. morfología de cúspides, surcos, bordes, crestas o cambios de posición o tamaño) y tampoco están sujetos a remodelación (Robb et al., 2001). Son un registro y fuente de información importante sobre la vida del individuo al que pertenecieron (Hillson, 1996). Para la práctica forense juegan un rol orientador en el proceso pericial debido a numerosas características:

- a. Por su ubicación en los arcos dentales mantienen relación con el ambiente exterior y una relaciónantomofuncional y patológica con el organismo (Hillson 2002).
- b. Están compuestos por tejidos sumamente mineralizados lo que les otorga una gran resistencia tafonómica (Gil et al. 1996).
- c. Se pueden observar en ellos vestigios de patologías, traumas, desgaste funcional o parafuncional, etc. que permiten reconstruir actividades profesionales o hábitos individuales (Paulete, 2009).
- d. Son de fácil observación y registro. Permiten realizar análisis intraorales cuantitativos, cualitativos y cuali-cuantitativos. En reproducciones de yeso, imágenes digitalizadas, radiografías, cortes histológicos, etc. (Hillson, 2002; Kondo y Townsend, 2006).
- e. Están albergados y protegidos por las mejillas (Paulete, 2009).
- f. Su expresión morfológica está mayormente regulada por factores genéticos que ambientales, por lo tanto, presentan una extensa variedad fenotípica heredada (Bollini et al. 2009).
- g. Expresan dimorfismo sexual que puede variar de mínimo a altamente significativo (Hillson, 2002).
- h. Pueden soportar temperaturas de hasta 1000 C° sin pérdida importante de su microestructura, permitiendo extraer ADN en cantidad y calidad suficiente para realizar análisis PCR (Priyanka et al. 2015).

1.2 Características del primer molar maxilar permanente

Este diente comienza a calcificarse desde que nacemos, erupciona a los 6 años aprox. (primer diente permanente en hacerlo). Su raíz termina de formarse entre los 9 y 10 años aproximadamente (Concepción et al. 2013).

Es el más grande de la arcada maxilar, su forma es romboidal, siendo su longitud bucolingual 1mm. aproximadamente, más amplia que la distobucal (Nelson y Ash, 2010). Posee cuatro cúspides bien delimitadas:

- Paracono (cúspide mesiobucal)
- Protocono (cúspide mesiolingual)
- Metacono (cúspide distobucal)
- Hipocono (cúspide distolingual)

A veces, este molar posee una quinta cúspide accesoria en la superficie lingual, se denomina cúspide de Carabelli. Descrita en 1842 por Georg von Carabelli como un tubérculo anómalo de los primeros molares permanentes (Moreno y Moreno, 2016). No pertenece a la tabla oclusal funcional y varía desde una fosa o surco, hasta una cúspide con ápice bien desarrollada (Turner et al. 1991). La cúspide de Carabelli se considera un rasgo que permite aproximación al patrón étnico de un individuo. Siendo más frecuente en poblaciones caucasoides (Kraus, 1951).

2. Antecedentes

Las mediciones lineales en dientes empiezan en 1960, cuando Moorrees postuló que las dimensiones dentales de hombres eran considerablemente más grandes que en mujeres, especialmente en caninos. En 1964, Garn y colaboradores hallaron diferencias en el diámetro mesiodistal de aproximadamente un 4% en dientes permanentes. Potter et al. (1981) y Kieser et al. (1985) concluyen la importancia de los estudios estadísticos multivariados para evaluar el dimorfismo sexual en dientes. En 1980, Harris y Nweeia realizaron un estudio en indígenas Ticuna de Colombia. Concluyeron ausencia de dimorfismo sexual en incisivos, caninos, premolares y molares en dientes superiores e inferiores. Los autores propusieron la ausencia de dimorfismo sexual como algo propio de poblaciones indígenas sudamericanas. Un estudio de Kieser et al. (1985), sin embargo, demostró hasta un 7,5% de dimorfismo sexual en caninos de un grupo de indígenas Lengua de Paraguay. Estudios más actualizados para estimar el valor predictivo de los dientes sobre el sexo a través de métodos específicos para las distintas poblaciones se registran en la tabla 1.

El método de toma de datos más frecuente es la toma de mediciones lineales de las dimensiones coronales, se revisan a modo de antecedentes los estudios hechos con mediciones lineales de la corona en dentición permanente.

Tabla 1. Investigaciones sobre dimorfismo sexual en dientes en diversas poblaciones.

Autores	Población	Medidas	Dientes	Resultados
Richardson y Malhotra, 1975	Afroamericanos	MD	Todos excluyendo terceros molares	Todos los grupos dentales presentan dimorfismo sexual
Ghose y Baghdady, 1979	Iraquíes	MD	Incisivos, caninos, premolares y primer molar	Diferencias en caninos y primer molar maxilar.
Axelsson y Kirveskari, 1983	Islandeses	MD y BL	Todos excluyendo tercer molar.	Más de un 5% de dimorfismo sexual en caninos
Bishara et al. 1989	Egipcios	MD y BL	Incisivos, caninos y primeros molares.	Caninos y primeros molares más dimórficos en medida BL.
Bishara et al. 1989	Mexicanos	MD y BL	Incisivos, caninos y primeros molares.	Caninos y primeros molares más dimórficos en medida BL.
Bishara et al. 1989	Norteamericanos	MD y BL	Incisivos, caninos y primeros molares.	Caninos y primeros molares más dimórficos en medida BL.
Lund y Mornstad, 1999	Suecos	MD, BL y diagonales coronales	Caninos, premolares y molares	Caninos maxilares como los más dimórficos
Pettenati-Soubayroux et al. 2002	Franceses	MD	Incisivos y caninos	Incisivo lateral maxilar y canino maxilar y mandibular

Iscan y Kedici, 2003	Turcos	BL	Hemiarcada excluyendo tercer molar	más dimórficos. Caninos y segundos molares más dimórficos (precisión de estimación baja, 77%) Talónido más dimórfico que trigónido.
Kondo y Townsend, 2005	Aborígenes australianos	MD y BL coronal y de trigónido y talónido	Molares maxilares	

Las investigaciones realizadas alrededor del mundo muestran presencia de dimorfismo sexual (dientes masculinos más grandes que los femeninos). Pero diferencias en la expresión de dicha variabilidad en cada población (Tabla 1). Las medidas más frecuentes son mesiodistal y bucolingual, las cuales confirman las diferencias de tamaño entre hombres y mujeres de las distintas poblaciones.

En población chilena no se ha estudiado en extenso la presencia de éste dimorfismo. Destacan los estudios de Suazo y colaboradores (2008) se midieron los diámetros bucolingual y mesiodistal de 150 individuos entre 18 y 24 años de edad. Las diferencias se vieron en los diámetros bucolinguales de los dientes incisivos central y lateral, canino, primer y segundo molar superior derechos, también en primer molar maxilar izquierdo, canino inferior izquierdo, incisivo central y lateral mandibulares, primer premolar y segundo molar del lado izquierdo. En el diámetro mesiodistal solo se encontró diferencias en el incisivo lateral maxilar derecho (Suazo et al. 2008).

Otro estudio posterior es el de Claudia Astete y colaboradores (2009) en una población de 60 estudiantes de la Universidad de Talca. Encontró diferencias de tamaño en los dientes, en los diámetros bucolinguales y mesiodistales. Siendo todos los tipos de dientes más grandes en hombres que en mujeres excepto por los incisivos superiores y el primer molar mandibular (Astete et al. 2009).

Por último, un estudio realizado por Peckman y colaboradores en el 2016, midió los diámetros mesiodistales de incisivos y caninos maxilares de 303 modelos dentales en individuos entre 13 y 37 años de edad. Solo los incisivos centrales y los caninos exhibieron dimorfismo. A través de ecuaciones de función discriminante se logró estimar el sexo con una precisión en un rango de 59,7% a 65% con análisis univariados y de entre un 60,1% a 66,7% con análisis multivariados en donde eran los hombres clasificados correctamente más que las mujeres (Peckman et al. 2016).

En este estudio se analizarán primeros molares maxilares cuyo valor predictivo sobre el sexo no ha sido estudiado en población chilena. Este diente ha demostrado poseer dimorfismo sexual en poblaciones egipcia, norteamericana y mexicana (Bishara et al. 1989). Además, es el diente que presenta más estabilidad del maxilar y retiene más frecuentemente su forma primitiva respecto al resto de los molares en diversos grupos étnicos. Por ejemplo: presenta entre 90-98% de presencia de cuarta cúspide, en cambio, en segundo y tercer molar maxilar, la presencia de cuarta cúspide es muy variable entre poblaciones (Dahlberg, 1945). La expresión del hipocono en primer molar es en un 97% de grado 4-5 (según la clasificación de la Universidad de Arizona) tanto en hombres como en mujeres (Takahashi et al. 2007). Además, su ausencia congénita es extremadamente poco frecuente (Dahlberg 1945).

2.1 Antecedentes metodológicos

2.1.1 Estimación de Sexo

Los métodos de estimación de sexo se dividen en morfológicos y métricos. Los morfológicos se basan en la evaluación visual y cualitativa de los rasgos que presentan dimorfismo sexual, como la pelvis o el cráneo. Presentan la desventaja que acarrea la influencia de la subjetividad del investigador al identificar, evaluar y valorar dichos rasgos (Steyn et al. 2004). Son difíciles de determinar, presentan niveles de error inter e intraobservador, dificultades en la calificación de rasgos y problemas de análisis (Lachenbruch y Goldstein, 1979).

Los métodos métricos se basan en las diferencias de dimensiones entre distintas regiones anatómicas. Involucran la medición cuantitativa de los rasgos esqueléticos a través de morfometría lineal, geométrica, datos angulares, etc. (Christensen et al. 2014). Utilizan estadística para generar modelos y ecuaciones que permiten estimar el sexo de los individuos. Dan carácter numérico a las diversas variables. Son más fáciles de evaluar, reproducir e interpretar (Lachenbruch y Goldstein, 1979). Se pueden realizar directamente sobre el hueso, un modelo o a través de soportes digitales como radiografías, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas, etc. (Krishan et al. 2016).

2.1.2 La Odontometría

Es una herramienta que se emplea con fines odontológicos (Murray et al. 2002), antropológicos o paleontológicos de interés evolutivo o comparativos y en contextos forenses (Urbieta, 2017). Son medidas que se toman de la corona, cuello, cúspides o raíz del diente. Se pueden medir también las distancias entre las cúspides, corona o raíces, el grosor del esmalte o dentina. En general, en todas las partes anatómicas del diente es posible tomar medidas (i. e. mesiodistales, bucolinguales, diagonales, largos, anchos, distancias intra e interdentes). Ya sea en dientes anteriores (incisivos y caninos) o en posteriores (premolares y molares). En dientes permanentes y deciduos.

3. Marco teórico

3.1 Antropología dental

La antropología dental es una rama de antropología física que estudia la dentición humana (Hillson, 1996; Rodríguez Flórez, 2004). Utiliza la información obtenida de los dientes en poblaciones humanas modernas o esqueletizadas para resolver problemas antropológicos (Scott, 1991).

Moreno y Moreno (2002), indican que es un estudio interdisciplinario (que se cruza con la odontología y antropología forense, paleontología o la bioarqueología) de la variación morfológica y métrica en la dentición de las

poblaciones humanas en el tiempo y el espacio. Estudia la relación de la dentición con los procesos de adaptación y alimentación que condujeron a la evolución del ser humano y del sistema dental (Moreno y Moreno, 2002). Para Valdivia Vera (1988), la antropología dental debe tomar en consideración las costumbres, alimentación, clima, adaptación, ecología, etc. Esta disciplina establece lazos entre la dentición y los aspectos biológicos y sociales, culturales e históricos de poblaciones humanas arcaicas y coetáneas (Rodríguez Flórez, 2004). En resumen, la antropología dental tiene tres objetivos principales:

- Reconstrucción filogenética de humanos y de otros primates
- Reconstrucción biológica de las poblaciones antiguas
- Identificación de personas en contextos forenses (Alt et al. 1998).

Sobre la identificación humana en contextos forenses, son importantes los detalles individuales de éstos incluyendo los no hereditarios como patologías, obturaciones o formas específicas de desgaste dental (Zoubov, 1997).

3.2 La antropología forense

Es definida por la Asociación Latinoamericana de Antropología Forense (ALAF) como la aplicación de teorías, métodos y técnicas de la antropología social, biológica y arqueología en los procesos de búsqueda e identificación humana y el esclarecimiento de los hechos, ayudando al sistema judicial y trabajo humanitario (ALAF, s.f). Su labor establece la importancia del estudio e identificación de restos humanos esqueletizados o muy descompuestos. También la identificación del contexto social y cultural de las víctimas y del lugar donde fueron hallados los restos (ALAF, s.f). Sus estudios se valen de la variabilidad humana, osteología, comportamiento del hueso, biomecánica, crecimiento y desarrollo y la tafonomía (ALAF, s.f).

La antropología forense se nutre de varias disciplinas como la odontología y la biología, hoy en día desempeña un papel fundamental en la esfera de derechos humanos (AEAOF, 2018). Sus límites se entrelazan con los de la odontología legal y la antropología dental para ayudar en auxilio de la justicia (Zoubov, 1997),

ya que la identificación positiva de los restos requiere la participación de un equipo calificado e interdisciplinario (Clark, 1994).

Dentro de las labores de la antropología forense en un marco legal y jurídico, se encuentra la reconstrucción del perfil biológico para obtener una identificación de los restos cuando se amerita, es decir, en casos donde no se cuente con registros antemortem (Morales, 2009). El perfil biológico se compone de: (i) la estimación del sexo (*condición orgánica masculina o femenina, de los animales y las plantas* (RAE, 2014)); (ii) la edad biológica (grado de maduración conseguido por un individuo con su impronta personal (Pérez, 2007)); (iii) la estatura (altura comprendida entre el vertex, el punto más elevado de la cabeza en plano de Frankfurt, y el suelo (Krenzer, 2006)); (iv) la ancestría (filiación biológica, filiación cultural o etnia (Krenzer, 2006)).

3.2.1 La antropología forense en Chile

En países del mundo no desarrollado como Latinoamérica o África la antropología forense realiza una práctica marcada por crímenes de estados con consecuencias sociales y jurídicas. Su labor, va más allá peritaje en casos criminales, comunes o desastres masivos (Cáceres, 2004). Se convierte en una manera de hacer antropología forense que no se limita a la bioantropología, si no que ocupa el contexto social para obtener información sobre las circunstancias de desaparición de las personas (Rodríguez, 2004).

En Chile, el antropólogo como perito forense debe determinar la identidad de la víctima, causa o modo de muerte (Cáceres, 2004). Especialistas chilenos señalan que la antropología forense incluye dentro de sus intereses la exhumación o recolección de los restos humanos, análisis de pistas en el sitio de hallazgo y la conservación y preparación del material para su estudio y eventual conservación (Paredes y Aspillaga, 1984). En Chile, recién a comienzos de los años 80 se inicia la participación de especialistas antropólogos en la defensa de Derechos Humanos como peritos judiciales. Asociado al contexto de los crímenes de estado cometidos durante la dictadura militar, resultando en numerosos ejecutados políticos y detenidos desaparecidos. Este hecho, que

ocurre en casi toda Latinoamérica, enfrenta a los antropólogos forenses a alrededor de 90.000 personas desaparecidas en el continente (Cáceres, 2004), de los cuales 3.227 se han denunciado en Chile (Peckman et al. 2016). En 1985 se nombra al primer antropólogo como perito para el estudio de los restos humanos hallados en Cuesta Barriga. Actualmente, la antropología forense presta sus servicios en casos de los miles de Detenidos Desaparecidos aún sin identificar (Padilla y Reveco, 2004), así como también en casos médicos-legales como homicidios o en caso de muertes por desastres naturales (Peckman et al. 2016) o desastres masivos como incendios, accidentes de aviones o trenes (Suazo et al. 2008).

Luego de los errores de identificación de detenidos desaparecidos (caso Patio 29) a partir del 2007 hasta el 2010, el Servicio Médico Legal (SML) utilizó un modelo de trabajo multidisciplinario que asegura un enfoque forense integral, denominado “Programa de Derechos Humanos”. A partir del año 2010 se crea la Unidad Especial de Identificación Forense (UEIF), ocupada de casos de larga data. Esta unidad se encarga de implementar un programa nacional de identificación forense cuyo propósito es coordinar a través de todas las sedes nacionales del SML las acciones administrativas y científicas. Desarrollando un trabajo científico de calidad y de vanguardia a nivel internacional (Bustos e Intriago, 2015). Por lo tanto, todo método científico que se quiera presentar como evidencia en una corte debe cumplir los requisitos de Daubert, cuya implementación a nivel mundial ha mejorado la aplicación de los métodos cuantitativos de identificación humana (Dirkmaat et al. 2008). Como la presente investigación es un método cuantitativo de identificación, esta cumple con estos requisitos, los cuales, según Grivas y Komar (2008) son:

1. Ser un método comprobable y haber sido testeado a través del método científico
2. Estar sujeto a revisiones previas (a ser presentado como evidencia o testimonio en una corte)
3. Poseer estándares establecidos
4. Tener una tasa de error potencial conocida
5. Ser ampliamente aceptada por la comunidad científica

3.3 Odontología Legal

Es una disciplina que une la odontología con el derecho (Ortiz et al. 2015). Ayuda a la resolución de casos judiciales en el área de identificación humana, lesionología, criminalística, marco regulatorio del ejercicio odontológico y responsabilidad profesional (Ortiz et al. 2015).

Es especialmente útil en la identificación de cadáveres con importante deterioro, gracias a la durabilidad de los dientes, hueso maxilar y mandíbula. Su método más utilizado es el análisis comparatorio (Fonseca et al. 2013). Se basa en cotejar información dental antemortem de la supuesta víctima (historia clínica, tratamientos odontológicos, restauraciones, entre otros) con la información postmortem del individuo. La odontología legal también utiliza técnicas que permiten extraer información de los tejidos blandos del sistema estomatológico como los labios o el paladar.

La evidencia física que brindan los dientes incluye hábitos individuales y ocupacionales. Fumar pipa, piercings y sostener objetos con la boca entre otras, dejan huellas individualizantes (Montiel 2002; Rodríguez, 2003).

3.4 Dimorfismo sexual

El sexo es uno de los elementos más importantes y básicos para reconstruir el perfil biológico. Es necesario para estimar la mayoría de los otros elementos de éste (Rodríguez y Flores, 2008; Dabbs y Morre-Jansen, 2010), debido a los patrones diferentes de crecimiento y envejecimiento presentes en cada sexo (White et al. 2012). Estas características permiten una identificación indiciaria o de alta probabilidad de identidad de los restos (Morales, 2009).

La estimación de sexo es posible a partir de la presencia de dimorfismo sexual, es decir, las diferencias fenotípicas entre individuos de una misma especie, pero de distintos sexos (Camargo, 2012). En la mayoría de los mamíferos se presentan como diferencias de tamaño siendo, en general, el macho más grande que la hembra (Arrigui, 2012; Camargo, 2012). En humanos las diferencias se

ven especialmente en estatura, los hombres en promedio son más altos que las mujeres. El origen de ésta diferencia es poligenético y deriva de mecanismos genéticos y la influencia distinta que ejercen las hormonas en hombre y mujeres (Arrigui, 2012). 180 Loci influyen en la estatura humana, muchos de ellos vinculados al crecimiento del esqueleto (Lango et al. 2010). El porcentaje de dimorfismo sexual en la altura, varía entre poblaciones. En las poblaciones más altas éste dimorfismo suele ser más grande y en poblaciones pequeñas, se reduce (Gustafsson y Lindenfors, 2004). Durante la infancia el dimorfismo sexual es reducido. En la pubertad el desarrollo entre hombres y mujeres es muy diferente (Wells, 2007). Las mujeres crecen entre 13 a 20 cm y los hombres de 24 a 27 cm. (González-Fierro, 2012). Si bien el sexo es una variable dicotómica, a nivel esquelético es posible encontrar variables no dicotómicas. Las características diferenciales suelen solaparse en individuos intersexuales por constitución (Isaza, 2015).

En su mayoría, se han generado métodos de estimación de sexo basados en pelvis (i. e. coxales y sacro) y cráneo (Krishan et al, 2016). Sin embargo, también existen métodos en huesos largos cuyo dimorfismo sexual sería mayor que el observado en el cráneo (Klepinger, 2006; Spradley y Jantz, 2011).

En los dientes, también se puede observar dimorfismo sexual que puede ser utilizado para estimar el sexo biológico. La corona dental de la mayoría de los mamíferos, incluidos los humanos, es más grande en machos que en hembras (Arrigui, 2012). En gorilas, por ejemplo, el canino de los machos es un 6% más grande que el de hembras (Rodríguez – Cuenca, 2003); en humanos, se ha estimado que este dimorfismo varía entre un 4% y un 6% en caninos (Zorba et al. 2011). Los porcentajes de dimorfismo sexual en dientes pueden variar entre poblaciones (ver antecedentes).

No se sabe exactamente cuál es la causa de éste dimorfismo (Arrigui, 2012). Históricamente se considera que la diferencia en el tamaño de las coronas dentales es debido a diferencias entre la cantidad de esmalte y dentina que componen los dientes (Schwartz y Dean, 2005). La teoría de los cromosomas sexuales de Alvesalo (1997) postula que el dimorfismo sexual en la corona de

los dientes se puede deber a un efecto positivo del cromosoma Y en la formación de dentina y esmalte. A través de un gen (o genes) ubicado en la región Yq11 (Alvesalo y De la Chapelle, 1981). Mientras que el cromosoma X solo promueve la formación de esmalte, lo que resulta en diferencias en talla, forma y número de dientes entre sexos (Alvesalo, 1997). Esta teoría apuntaría a la presencia de dimorfismo sexual en dientes deciduos. Sin embargo, no hay consenso con respecto a la diferencia. Algunos autores piensan que está en la cantidad de esmalte (Alvesalo et al. 1987). Otros consideran que en la cantidad de dentina (Stroud et al. 1998). Un estudio en dentina muestra que existe un 9,2% de dimorfismo sexual en el segundo molar (Stroud et al. 1994). Estudios más recientes, demostraron que el mayor dimorfismo sexual en tamaños coronales entre hombres y mujeres se puede apreciar en la cantidad de dentina y pulpa en conjunto (Schwartz y Dean, 2005). Se ha encontrado hasta un 13% de dimorfismo sexual en la cantidad de pulpa y dentina en caninos permanentes mandibulares (Saunders et al. 2007). Estudios realizados en gemelos sobre variación fenotípica dental, han estimado que la influencia de los genes en el tamaño de la corona dental puede ser de entre un 56 a un 92% (Townsend et al. 2011).

Se investigó también la influencia de las hormonas sexuales secundarias en las diferencias de tamaño de las coronas dentales (Van Wagenen y Hurme, 1956). Lo que supone que los dientes deciduos son menos dimórficos que los permanentes (Zilberman y Smith, 2001). Sin embargo, estudios más recientes han demostrado que las hormonas sexuales como estradiol y testosterona, tienen solo un rol menor en el tamaño de la corona dental (Guatelli-Steinberg et al. 2008).

4. Problematización

Como ya se mencionó, la estimación de sexo consiste en identificar si un individuo es biológicamente hombre o mujer. Un esqueleto completo y en buen estado de conservación, es el escenario ideal para estimar sexo. Sin embargo, son diversas las causas que motivan la ausencia de los huesos. Un ejemplo pueden ser los factores tafonómicos, diferentes agentes y eventos post

depositacionales que afectan la integridad de éste haciendo imposible observar o medir partes muy erosionadas o ausentes. En cráneo, por ejemplo, la utilización de métodos morfométricos requiere la utilización de medidas del cráneo como un todo. Requiere estructuras craneales bien completas y conservadas (Isaza, 2015). Además, se debe considerar la variable de preservación de las distintas regiones óseas: huesos de gran tamaño como pelvis y cráneo son más susceptibles a meteorización que huesos pequeños (Janjua y Rogers, 2008). La desarticulación ocurre primero en elementos con articulaciones sinoviales como los brazos, cráneo y mandíbula (Lyman, 1994); el transporte por corrientes de agua afecta en mayor medida a costillas y vértebras y en menor medida a cráneo y mandíbula (Voorhies, 1969).

Segun Krenzer (2006), los segmentos anatómicos más fiables para estimar sexo en restos incompletos son pelvis, cráneo y huesos largos. Sin embargo, dado que no siempre se cuenta con ellos, cuantos más métodos se desarrollen mayor será la fiabilidad de las estimaciones. Lo que se traduce en trabajos periciales con garantías de calidad.

En este sentido los dientes se presentan como una excelente alternativa para estimar sexo en población chilena, debido a su pequeño tamaño y a su conformación de hidroxiapatita de calcio, uno de los materiales mineralizados más duros de cuerpo humano (Williams y Elliott, 1999), son más resistentes a agentes tafonómicos. Además, su ubicación protegida en la cavidad bucal por lengua y mejillas favorece su preservación.

A pesar de que se ha comprobado en numerosos estudios y en distintas poblaciones la capacidad predictiva de los dientes para la estimación del sexo, la magnitud de éste varía entre poblaciones. Lo que provoca solapamiento entre valores femeninos y masculinos (Frayner y Wolpoff, 1985). La variación inter poblacional puede ser causada por factores ambientales, estado nutricional, de salud, nivel de actividad etc. (Dawson et al. 2011). Es por ello que estudios propios de una población no son aplicables en la población chilena. Alt y colaboradores (1998) afirman un efecto negativo en la estimación del sexo a través de métodos odontométricos en dentición permanente, al ser aplicados en

una población distinta a la empleada en el desarrollo del método. Existe, por lo tanto, una necesidad de elaborar modelos regionales específicos. Para así mejorar la exactitud de la estimación de sexo (Mansegosa et al. 2018). La antropología física en Chile ha estado centrada en describir mayormente a grupos indígenas precolombinos pero carece de información relevante para caracterizar al chileno actual. Son muy necesarias técnicas sobre material óseo actual para estimar los rasgos individualizantes (Cáceres, 2004). Es necesario generar un método de estimación de sexo que se sobreponga a los problemas de conservación de los restos y que sea propio de la población chilena contemporánea. La presente investigación pretende generar un método que permita estimar sexo basado en mediciones del primer molar permanente en población chilena actual.

5. Hipótesis

Existe una correlación significativa entre el sexo y las dimensiones de la corona del primer molar maxilar.

6. Objetivo general

Evaluar la relación existente entre las medidas coronales del primer molar maxilar y el sexo biológico de los individuos para la estimación de sexo en contextos forenses.

6.1 Objetivos específicos

- 1) Caracterizar las dimensiones del primer molar superior.
- 2) Analizar las relaciones entre las dimensiones del primer molar superior y el sexo biológico identificado.
- 3) Generar un modelo predictivo del sexo a partir de las dimensiones del primer molar maxilar.

7. Materiales y Métodos

La metodología del presente estudio es correlacional (Sampieri et al. 2011) y busca establecer el grado de asociación entre las medidas lineales del primer molar maxilar y el sexo en una muestra de chilenos contemporáneos. Con el fin de crear un modelo lineal generalizado que ayude a predecir el sexo en la población.

7.1 Muestra

7.1.2 Obtención de la muestra

La muestra de la investigación forma parte del proyecto FONDECYT 11.160.487 denominado “La estimación de sexo en dentición humana mediante técnicas odontométricas y morfogeométricas. Análisis de modelos 3D de poblaciones chilena y española y su aplicabilidad en el contexto forense”. A cargo de la investigadora Sandra López Lázaro y consiste en modelos tridimensionales virtuales de arcadas dentales de estudiantes de la Universidad de la Frontera, de ambos sexos, mayores de 18 años, que posean al menos 1 diente funcional, que deseen participar y firmaran el consentimiento informado. Este estudio fue realizado en primeros molares maxilares de una muestra final de 87 individuos.

7.1.3 Criterios de exclusión

- Individuos que se declararon disconformes con las maniobras intraorales.
- Arcos dentarios con apiñamiento que impidan las lecturas del escáner o con tratamientos previos de ortodoncia.
- Dientes con procesos mórbidos que impliquen defectos malformativos (anomalías de forma, volumen o estructura: hipoplasias, amelogénesis imperfectas, etc.) o con pérdidas adquiridas de sustancia coronaria (caries, fracturas, abrasiones, erosiones)

- Dientes con rehabilitaciones de más de un tercio del volumen dentario o que involucren los puntos de medición dentaria. (ej. tapaduras en la fosa central)
- Primeros molares con ausencia de cuarta cúspide (Grado 0 de Turner et al. 1991) debido a que la cuarta cúspide es un rasgo morfológico casi invariable en los primeros molares superiores (Scott et al. 2017).

7.1.4 Caracterización de la muestra

La muestra final está formada por 87 individuos, 49 femeninos y 38 masculinos. Se midieron 46 molares izquierdos y 41 derechos, contando 8 de ellos con tapaduras que no afectaban la forma del molar, 11 rotados en su alveolo y 1 que poseía una caries pequeña que no afectaba la forma del molar.

El número de dimensiones de cúspides es menor que el de diámetro coronal debido a errores en el escáner que afectaban principalmente la forma de las cúspides (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de la muestra

Total dimensiones coronales	Total dimensiones cúspides	Femeninos	Masculinos	Molares izquierdos	Molares derechos
87	77	49	38	46	41

7.1.5 Muestra de validación

Los modelos predictivos fueron probados en una muestra de validación física compuesta por primeros molares de 32 individuos perteneciente 15 de ellos a la colección docencia de la Unidad Especial de Identificación Forense del Servicio Médico Legal y 17 de la colección Cementerio General de la Universidad de Chile, facilitadas por ambas instituciones.

7.1.6 Criterios de exclusión

- Primeros molares con defectos malformativos (anomalías de forma, volumen o estructura: amelogénesis imperfectas, hipoplasias, etc.)
- Primeros molares con pérdida substancial de la corona dental (caries, fracturas, abrasión, erosión, etc.)
- Primeros molares con ausencia de la cuarta cúspide.
- Primeros molares que no se encuentran en la cavidad alveolar.
- Primeros molares con rehabilitación de más de un tercio del volumen dentario o que impliquen puntos de medición (ej. Tapaduras en fosa central).

7.2 Métodos

7.2.1 Método de medición de modelos 3D

Los modelos 3D de la muestra de estudiantes de la Universidad de la frontera fue medida digitalmente con el software Landmark Editor (IDAV, 2006). Se tomaron 8 medidas del primer molar maxilar, tanto izquierdo como derecho (Tabla 3 y Figura 1), sin conocimiento previo del sexo de los individuos. Dichas medidas fueron registradas en el programa Microsoft Excel (2016).

Tabla 3. Medidas que se tomaron a los molares maxilares.

Medida	Definición	Autores
Mesiodistal Coronal (MD)	Se mide paralela al axis mesiodistal en los puntos de contacto del molar con los dientes adyacentes.	Kieser 1985.
Bucolingual coronal (BL)	Máxima distancia obtenida a través de ángulos rectos a la medida mesiodistal y al axis vertical de la corona.	Kieser 1985.
Diagonal coronal de distobucal a mesiolingual (DBML)	Máxima distancia coronal entre la esquina distobucal de la corona a la esquina mesiobucal.	Viciano et al. 2013.
Diagonal coronal de mesiobucal a distolingual (MBDL)	Máxima distancia entre la esquina mesiobucal de la corona y la esquina distolingual.	Viciano et al. 2013.
Diámetro del metacono (ME)	Distancia diagonal entre la fosa central y la altura máxima del metacono en su cara oclusal.	Propuesta en esta investigación
Diámetro del paracono (PA)	Distancia diagonal entre la fosa central y la altura máxima del paracono en su cara oclusal.	Propuesta en esta investigación
Diámetro del hipocono (HI)	Distancia diagonal entre la fosa central y la altura máxima del hipocono en su cara oclusal.	Propuesta en esta investigación
Diámetro del protocono (PR)	Distancia diagonal entre la fosa central y la altura máxima del protocono en su cara oclusal.	Propuesta en esta investigación

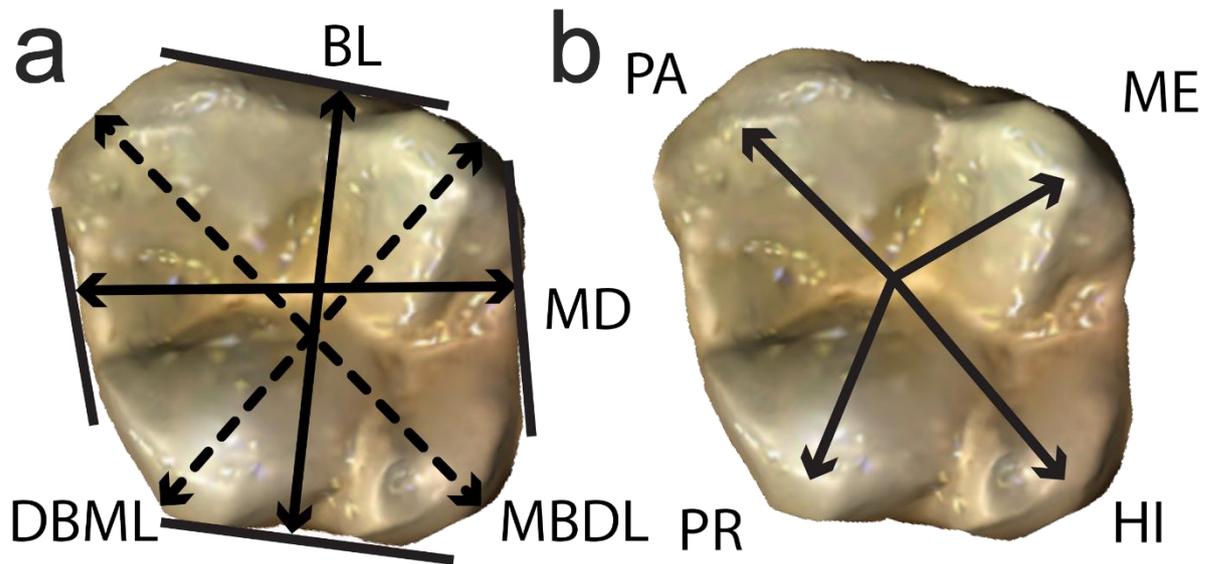


Fig. 1. Primer molar maxilar izquierdo, faceta oclusal en donde se indican las medidas tomadas. a) Mesiodistal (MD), bucolingual (BL), diagonal coronal de distobucal a mesiolingual (DBML) y diagonal coronal de mesiobucal a distolingual (MBDL). b) Diámetro del metacolo (ME), diámetro del paracono (PA), diámetro del hipocono (HI) y diámetro del protocono (PR).

7.2.2 Método de medición de dientes muestra de validación

La muestra de validación se midió con un pie de metro especial con mordazas verticales y horizontales finas pero redondeadas que no dañan el diente y permiten ubicar puntos muy precisos (Fig. 2) Desarrollado por Hillson, et al. (2005). Se tomaron las mismas ocho medidas realizadas en la muestra de modelos 3D, registrándolas con el programa Microsoft Excel (2016).

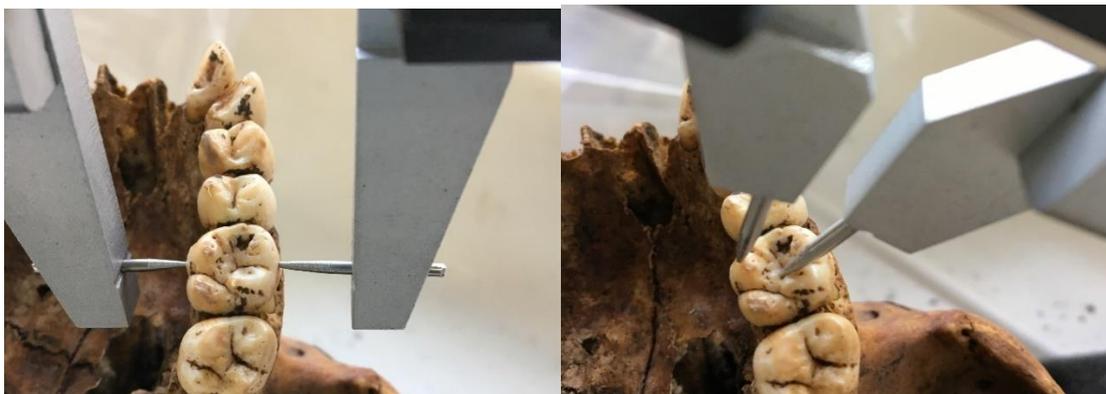


Fig. 2. Toma de medidas con pie de metro. Diámetro bucolingual (izq.) diámetro del paracono (der.)

7.2.3 Métodos estadísticos

Primeramente, los datos registrados fueron convertidos en variables binarias para que pudieran ser analizados por el software estadístico. Se etiquetó a los individuos femeninos como (0) y a los masculinos como (1). El sexo de los individuos fue informado posteriormente a la toma de medidas.

Las medidas fueron analizadas estadísticamente con el software estadístico STATA versión 14 (StataCorp. 2015).

Se realizaron estadísticos descriptivos para conocer la composición de la muestra y describirla. Se consideró promedio y desviación estándar, con un intervalo de confianza de 95%, valores mínimos y máximos por medida y por sexo. Se complementó ésta información con gráficos de caja y bigote por cada medida, para observar la dispersión de cada una.

El error intraobservador fue calculado a través de la repetición de las mediciones de una submuestra de 20 dientes realizado por la investigadora a cargo. El error interobservador fue calculado a través de la repetición de mediciones de la submuestra por otra investigadora (SLL). Para calcular la concordancia entre las medidas se utilizó el Coeficiente de Correlación Intraclase el cual permite ver la concordancia entre dos mediciones de la misma variable continua (Mandeville, 2005).

Se aplicaron pruebas de hipótesis a través del Test de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución normal de las medidas y el test de Levene para comprobar la homocedasticidad. Posteriormente se realizaron estadísticos univariados a través de la aplicación de la t Student para muestras independientes para estimar si efectivamente existía una diferencia significativa entre individuos femeninos y masculinos de la muestra.

Luego, se realizaron estadísticos multivariados como regresiones logísticas para cada medida. Se realizó un análisis de regresión múltiple con las medidas que mejor explicaron el sexo de los individuos (p -valor < 0.05). Mediante la técnica

backward, se eliminaron del modelo múltiple las variables métricas que no explicaron con suficiente fuerza el sexo documentado de los individuos (p -valor > 0.05). Se optó por una regresión logística como método estadístico porque necesita pocos requisitos para entregar resultados robustos (No requiere homocedasticidad ni asume linealidad de los datos) (Díaz – Narvaéz et al. 2018) y es considerado un método más efectivo para un modelo binomial (Fernández, 2011). Por último, se realizó a través del software estadístico G*Power (Faul et al. 2009) un análisis de poder estadístico post-hoc, con el fin de conocer la posibilidad de haber incurrido en un error tipo II (falso negativo) es decir, mantener la hipótesis nula cuando en realidad es verdadera (Cárdenas y Arancibia, 2014).

7.2.4 Metodología de validación de los modelos

Con el objetivo de validar nuestros resultados, se consideraron solo los modelos significativos ($p < 0.05$) para los valores del modelo lineal generalizado. Las ecuaciones para predecir sexo fueron realizadas con el software Microsoft Excel (2016) para la muestra de validación. Finalmente se reportaron los valores de precisión general (Overall accuracy) sensibilidad y especificidad para el modelo mediante el software estadístico STATA (StataCorp. 2015).

8. Resultados

8.1 Caracterización de las medidas del primer molar

A continuación, se detallan las características estadísticas de la muestra dividida por medida y por sexo (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Caracterización estadística de las medidas en mujeres. Número muestral (N), valores mínimos y máximos en milímetros

Medida	N	Media	Desviación estándar	Mínima (mm)	Máxima (mm)
MD	49	10,03	0,60	8,82	11,12
BL	49	11,13	0,68	9,59	12,52
DBML	48	10,79	0,58	9,95	12,13
DLMB	48	12,07	0,61	10,92	14,27
ME	44	4,49	0,46	3,13	5,41
PA	44	4,40	0,44	3,30	5,50
HI	44	5,72	0,51	4,62	6,67
PR	44	4,23	0,51	3,09	5,70

De la tabla anterior se observa que la medida mayor para la muestra femenina es la medida coronal distolingual-mesiobucal con una media de 12,07mm y la menor, la mesiodistal con una media de 10,03mm. La medida con mayor rango de variabilidad es la bucolingual con una desviación estándar de 0,68mm. En cuanto a las medidas de cúspides, la mayor distancia entre la cúspide y la fosa central es la del hipocono con una media de 5,72mm. Esta también presenta el mayor rango de variabilidad junto con el protocono con una desviación estándar de 0,51mm. Por otro lado, el protocono se presenta como la cúspide con medidas más bajas, con una distancia media de 4,24mm

Tabla 5. Caracterización estadística de las medidas en hombres

Medida	N	Media	Desviación estándar	Mínima (mm)	Máxima (mm)
MD	38	10,04	0,52	8,85	11,22
BL	38	11,64	0,49	10,56	12,69
DBML	38	11,15	0,56	9,64	12,06
DLMB	38	12,23	0,63	10,63	13,63
ME	33	4,46	0,47	3,52	5,37
PA	33	4,43	0,48	3,08	5,24
HI	33	5,67	0,50	4,74	6,69
PR	33	4,28	0,47	3,42	5,70

La medida más grande para la muestra masculina es la medida coronal distolingual-mesiobucal con una media de 12,23mm. La más pequeña es la medida mesiodistal con una media de 10,04mm. La medida con mayor rango de variabilidad es la distolingual-mesiobucal con una desviación estándar de

0,63mm. En cuanto a las medidas de cúspides, la distancia más grande entre la cúspide y la fosa central es la del hipocono con una media de 5,67mm. Esta también presenta el mayor rango de variabilidad con una desviación estándar de 0,50. Por otro lado, el protocono es la cúspide con distancias más pequeñas con una media de 4,28mm.

8.2 Error intraobservador e interobservador

Las primeras 20 medidas de las 8 dimensiones fueron tomadas nuevamente dos semanas después por la misma investigadora para calcular el error intraobservador. El error interobservador fue calculado con la medición de las primeras 20 medidas de las 8 dimensiones, realizadas por otra investigadora (SLL). El error intraobservador e interobservador fue calculado a través del coeficiente de correlación intraclassa propuesto por Fisher (1954). Este coeficiente permite observar la concordancia entre dos medidas de una misma variable continua. Los resultados se muestran a continuación (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados del coeficiente de correlación intraclassa para cada una de las variables para el error intraobservador.

Medida	ICC
MD	0,91
BL	0,92
DBML	0,96
DLMB	0,98
ME	0,90
PA	0,87
HI	0,90
PR	0,87

Tabla 7. Resultados del coeficiente de correlación intraclass para cada una de las medidas de las variables para el error interobservador.

Medida	ICC
MD	0,74
BL	0,76
DBML	0,97
DLMB	0,97
ME	0,62
PA	0,72
HI	0,79
PR	0,59

Según el criterio de clasificación propuesto por Fleiss (1986), un valor de ICC bajo 0,40 representa concordancia pobre, entre 0,40 y 0,75, buena concordancia y sobre 0,75 excelente concordancia. Para el error intraobservador el valor de ICC más bajo fue de 0,87 en la dimensión del paracono y protocono, es decir, las 8 medidas presentan una concordancia excelente (Tabla 6). Para el error interobservador las medidas MD, PR, ME y PA presentan buena concordancia y las medidas BL DBML y DLMB presentan excelente concordancia (Tabla 7).

8.3 Test de normalidad.

Se realizaron pruebas de Shapiro - Wilk para establecer la normalidad de cada una de las medidas, cuyos resultados se presentan a continuación (Tabla 8):

Tabla 8. Test de normalidad Shapiro – Wilk.

Medida	N	P-valor
MD	87	0,43
BL	87	0,21
DBML	86	0,05
DLMB	86	0,87
ME	77	0,66
PA	77	0,59
HI	77	0,35
PR	77	0,41

Se puede observar que todas las variables poseen un p-valor mayor o igual al nivel de significancia establecido (0,05), por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula. La muestra está distribuida normalmente.

8.4 Test de Homocedasticidad

Para comprender si la muestra presentaba homocedasticidad se realizaron test de Levene para cada una de las medidas (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados test de Levene para homocedasticidad

Medida	N	P-valor
MD	87	0,18
BL	87	0,01
DBML	86	0,66
DLMB	86	0,80
ME	77	0,67
PA	77	0,64
HI	77	0,98
PR	77	0,99

Los resultados indican que 7 de las 8 medidas poseen un p-valor mayor al nivel de significancia establecido (0,05). Por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula y estas siete medidas presentan iguales varianzas entre los dos grupos (femeninos y masculinos). Sin embargo, esto no ocurre con la variable bucolingual, con un p-valor de $0.01 < 0,05$, por lo que esta variable no presenta homogeneidad de varianzas.

8.5 Distribución de las medidas

Finalmente se presentan los gráficos de caja y bigote que dan a conocer la distribución de las medidas por sexo.

1)MD:

El gráfico de la medida mesiodistal muestra que los valores de la muestra masculina son más acotados que los de la muestra femenina (Fig. 3). La muestra masculina presenta 4 *outliers*. La muestra femenina no presenta ninguno.

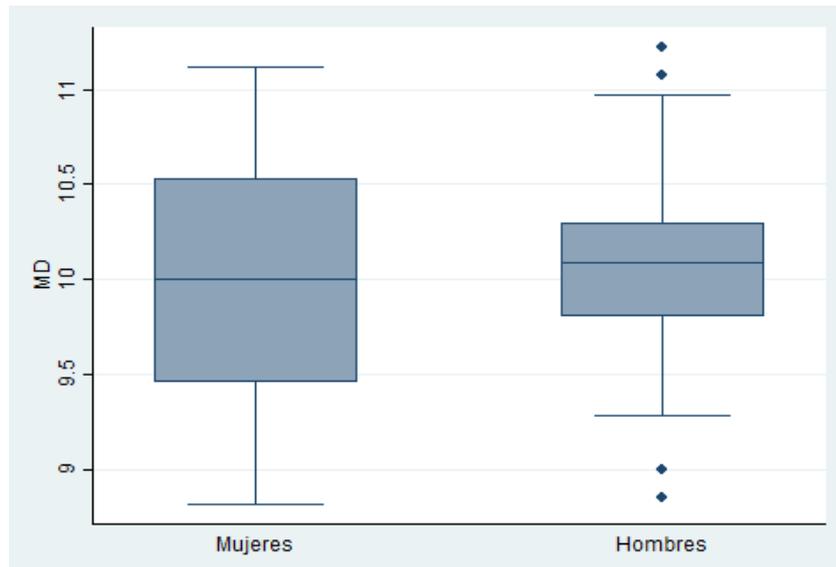


Figura. 3. Gráfico de distribución de la medida mesiodistal por sexo.

El gráfico de la medida mesiodistal muestra que los valores de la muestra masculina son más acotados, por lo tanto, presentan menos desviación estándar que los de la muestra femenina. La muestra masculina presenta 4 *outliers*, mientras que la muestra femenina no presenta ninguno.

Los cuartiles superior e inferior de las medidas masculinas presentan poca dispersión mientras que los de la muestra femenina presentan mayor dispersión, siendo el cuartil superior mucho menos disperso que el inferior dentro de este grupo.

La desviación de las medidas presenta una dispersión similar en ambos grupos. Los de las mujeres alcanzan valores mínimos menores a 9mm y máximos mayores a 11mm. Los valores masculinos se extienden entre los 9,3mm (aprox.) y los 11mm solamente.

La simetría de los cuartiles femeninos es mucho mayor que la de los masculinos, presentando una mediana bastante similar alrededor de los 10mm.

2)BL:

El gráfico de la medida bucolingual exhibe que las medidas de los hombres alcanzan niveles levemente mayores que los femeninos, menos dispersos y más

acotados en la escala (Fig. 4). El grupo femenino alcanza valores mínimos cercanos a 9,5mm y máximos cercanos a 12,5mm. Los hombres presentan valores superiores a 12,5mm, pero menores a 13mm y mínimos de 11,5mm aproximadamente.

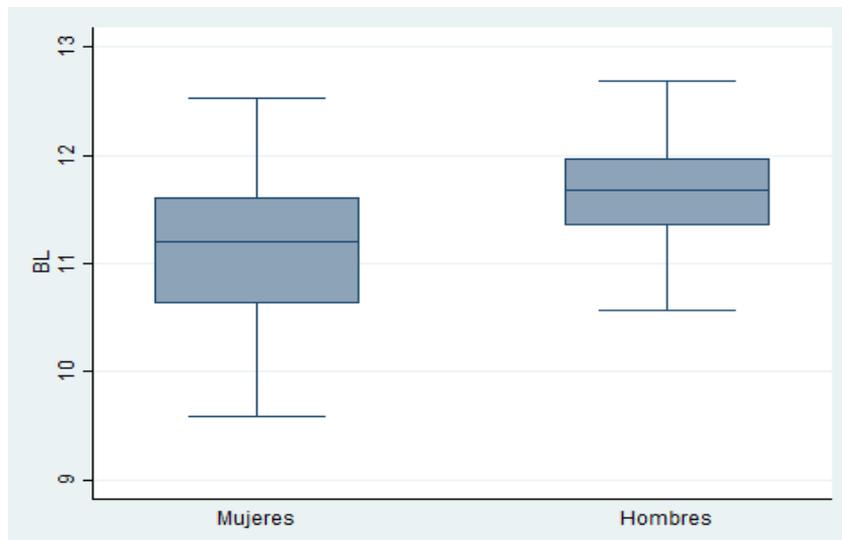


Figura. 4. Gráfico de distribución, medida bucolingual por sexo.

Los cuartiles superiores e inferiores de la muestra de mujeres son más dispersos que los de los hombres. Existe una diferencia de distribución de estos cuartiles entre los grupos, estando el cuartil inferior de los hombres superpuesto al cuartil superior de las mujeres.

La desviación de las medidas presenta una dispersión similar en ambos grupos.

En cuanto a simetría, la muestra masculina presenta más simetría que la femenina entre sus cuartiles.

Las medianas son levemente diferentes estando la femenina entre 11mm y 11,5mm y la masculina entre 11,5mm y 12mm.

3)DBML:

El gráfico de la medida distobucal-mesiolingual muestra que las mujeres poseen medidas levemente más grandes que las de los hombres (Fig. 5) siendo la máxima cercana a los 12,5mm y las inferiores menores a 10mm. Las medidas

masculinas, presentan máximas levemente mayores a 12mm y menores cercanas a 9,5mm.

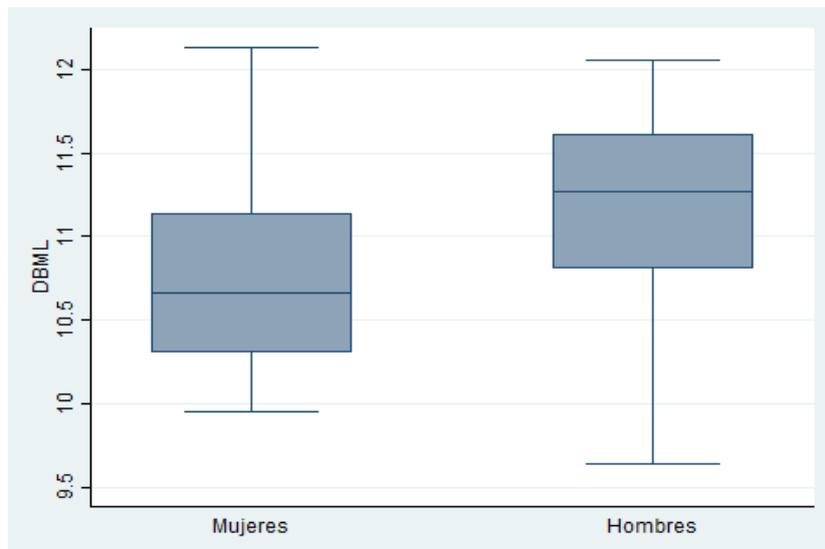


Figura 5. Gráfico de distribución, medida distubucal-mesiolingual por sexo.

Se observa una diferencia de distribución de los cuartiles, superponiéndose el cuartil superior de las medidas femeninas con el inferior de los hombres.

La simetría dentro de los grupos muestra que el cuartil y la desviación superior de las medidas femeninas son más dispersos que el cuartil inferior. En las medidas masculinas se da el caso contrario. El cuartil y desviación inferior son más dispersos que los superiores.

La mediana de las mujeres está entre los 10,5mm y 11mm, mientras que la de los hombres se encuentra entre los 11mm y los 11,5mm.

4)DLMB:

En el gráfico distolingual-mesiobucal se puede ver que los grupos presentan medidas bastante similares (Fig. 6). Los valores femeninos son más acotados, desplegándose entre medidas máximas levemente superiores a 13mm y mínimas levemente inferiores a 11mm, presentando un *outlayer* cercano al 14,5mm. Las medidas masculinas van desde los 10,5mm hasta los 13,5mm aproximadamente.

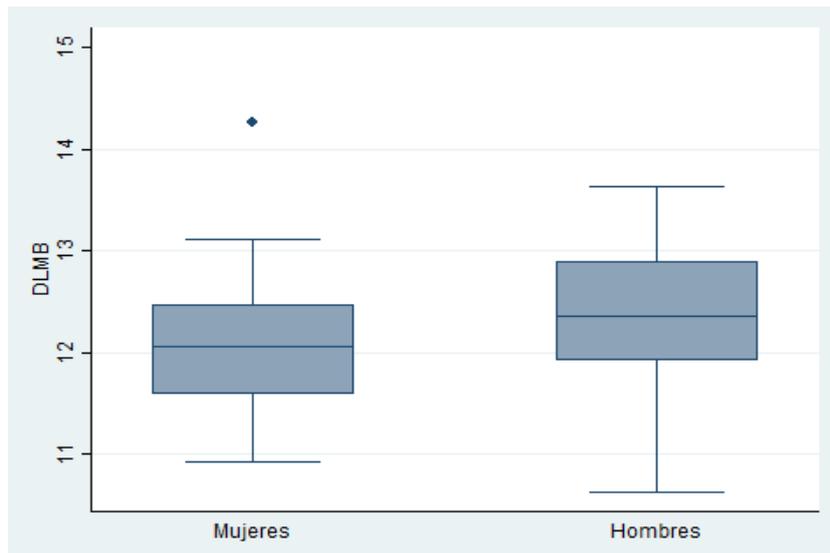


Figura. 6. Gráfico de distribución, medida distolingual-mesiobucal por sexo.

En cuanto a la simetría, en las medidas femeninas los cuartiles y desviaciones son simétricos. En el caso de los hombres, el cuartil inferior y desviación superior presentan menos dispersión. Nuevamente se ve una leve distribución asimétrica entre los grupos, pero se superponen el cuartil superior femenino con el inferior masculino.

La mediana de ambos grupos es similar, siendo la de las mujeres de 12mm y la de los hombres de 12,4mm aproximadamente.

5)ME:

En el caso de la medida del metacono, las medidas se observan similares en distribución, pero no son simétricas dentro de los grupos ni entre ellos (Fig. 7). Las medidas femeninas toman valores cercanos a 5,5mm como máxima y entre 3,5mm y 4mm como mínimas, presentando un *outlayer* cercano a los 3mm. Las medidas masculinas máximas son cercanas a los 5,5mm (levemente inferior a las femeninas) y las mínimas son de 3,5mm.

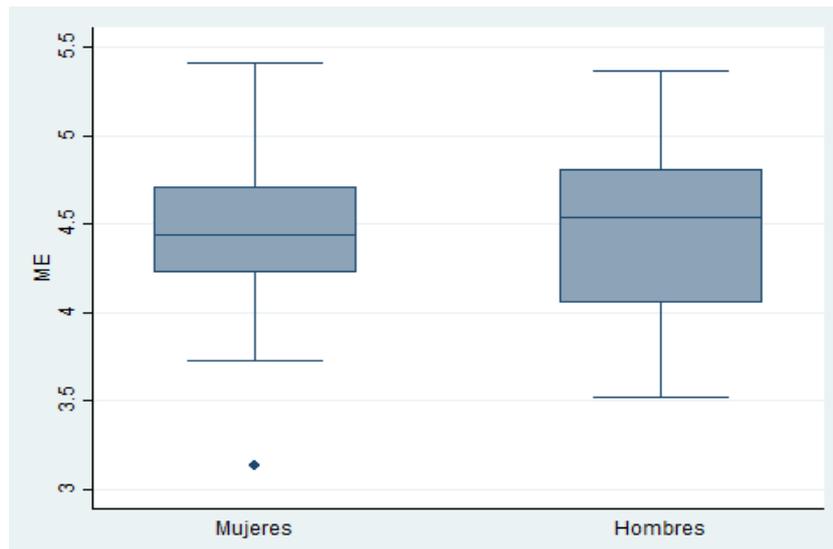


Figura. 7. Gráfico de distribución, medida de cúspide metacono por sexo.

Las medidas masculinas son mucho más dispersas en el cuartil inferior que en el superior mientras que las desviaciones de las medidas presentan simetría. En el caso de las mujeres la desviación y el cuartil superior son más dispersos que los inferiores. No se observa diferencia de distribución en los cuartiles dentro de los grupos.

La mediana femenina es levemente inferior a 4,5mm. La mediana masculina superior a 4,5mm.

6)PA:

Las medidas del paracono se distribuyen de forma bastante similar entre los grupos (Fig. 8). Las medidas de las mujeres son más amplias siendo las mayores de 5,5mm y las inferiores entre 3mm y 3,5mm. Las medidas masculinas van desde los 5 - 5,5mm hasta un poco menos de 3,5mm, presentando un *outlayer* cercano a los 3mm.

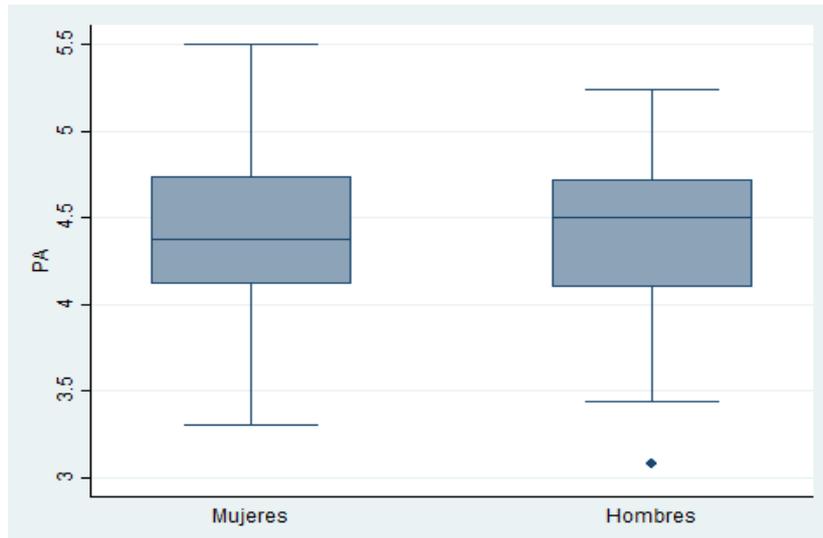


Figura. 8. Gráfico de dispersión, medida de cúspide paracono por sexo.

En cuanto a la simetría, las desviaciones superior e inferior de la muestra femenina son simétricos. Los cuartiles no son simétricos ya que el inferior es menos disperso que el superior. La muestra masculina presenta desviación y cuartil inferior más disperso que los superiores.

Los cuartiles entre los grupos se observan alineados en la escala y las medianas se observan entre 4 y 4,5mm la femenina y de 4,5mm las masculina.

7)HI:

En el gráfico se observan distribuciones bastante similares (Fig. 9). Las medidas femeninas se encuentran entre los 6,5mm – 7mm y las inferiores cercanas a los 4,5mm. Las masculinas se encuentran las superiores entre 6,5mm – 7mm y las inferiores entre 4,5mm – 5mm.

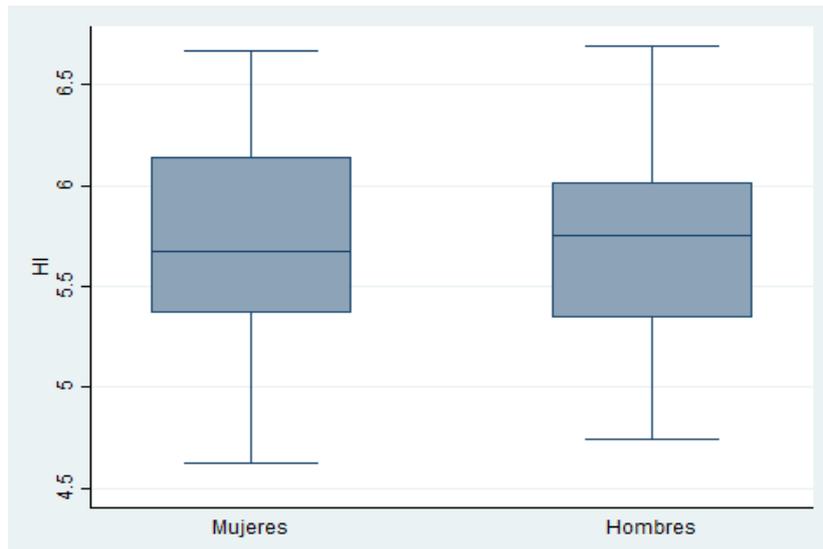


Figura. 9. Gráfico de dispersión, medida de cúspide hipocono por sexo.

El cuartil superior y desviación inferior de las medidas femeninas son más dispersos que su contraparte masculina. En el caso de los hombres la desviación es simétrica, siendo el cuartil inferior más disperso que el superior. Los cuartiles entre los grupos se encuentran casi totalmente sobrepuestos.

La mediana en ambos casos está entre los 5,5mm a los 6mm.

8)PR:

En el caso del protocono, el gráfico muestra que nuevamente las medidas se distribuyen de manera similar (Fig.10). Las medidas en los hombres son más acotadas que en las mujeres. Para el grupo femenino los valores se extienden entre los 5,2mm y 3,5mm aproximadamente. Las masculinas se encuentran las superiores en 5mm y las inferiores en 4,5mm aproximadamente. Ambos grupos presentan *outliers*, el femenino uno de 5,8mm aproximadamente y uno inferior cercano a los 3mm. El masculino, solo uno cercano a los 6mm.

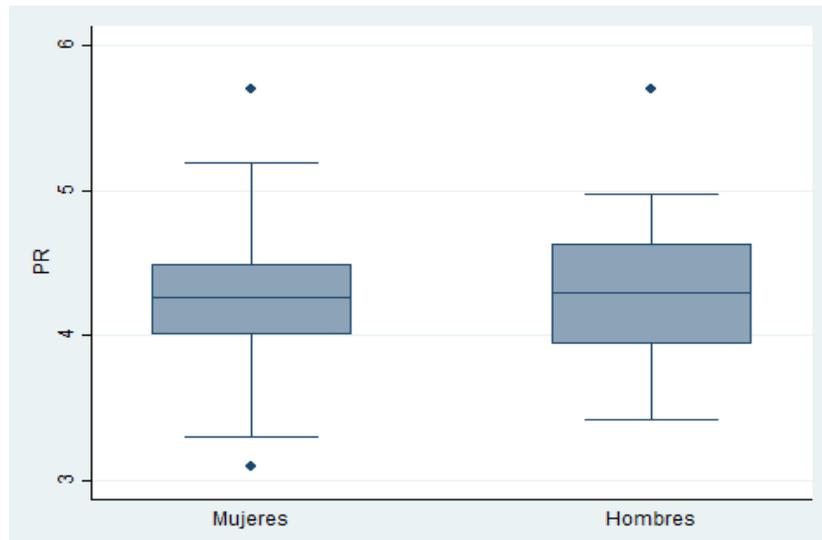


Figura. 10. Gráfico de dispersión, medida de cúspide protocono por sexo.

Dentro de los grupos se puede observar simetría, no así entre los grupos. Las medidas masculinas presentan mucha más dispersión que las femeninas en los cuartiles. Contrario ocurre con la desviación de las medidas, donde los valores femeninos son más dispersos que los masculinos. Nuevamente las medidas de los cuartiles entre grupos se sobreponen.

Ambos presentan una mediana cercana a los 4,5mm.

8.6 Dimorfismo sexual

Se realizaron pruebas de comparación de grupos no paramétricos tipo t-test para establecer la presencia de dimorfismo sexual en la muestra. El estadístico t de Student es un contraste paramétrico que asume homogeneidad de varianza, y ya hemos observado que la variable BL no cumple con este supuesto (Tabla 9). Para esta variable se realizó un test de Welch. Este test no asume igualdad de varianzas, proporcionando mejor control en las tasas de error tipo I cuando se violan el supuesto de homogeneidad de varianzas (Montilla y Kromrey, 2010). Los resultados se detallan a continuación (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados test de comparación (t de Student y t de Welch) para estimar existencia de dimorfismo sexual por medida.

Variable	Media	Desviación	
		Estándar	P-valor
MD	10,03	0,12	0,88
BL	11,36	0,07	0,00
DBML	10,95	0,06	0,00
DLMB	12,2	0,06	0,02
ME	4,48	0,05	0,76
PA	4,41	0,05	0,78
HI	5,70	0,05	0,70
PR	4,24	0,05	0,63

Las variables que arrojaron resultados significativos (p -valor < 0.05) fueron solo tres, BL, DBML, DLMB. Esto quiere decir que solo estas medidas muestran dimorfismo sexual.

8.7 Modelos de regresión logística

Se realizaron modelos de regresión logística para cada una de las medidas. Las regresiones que arrojaron significancia ($p < 0.05$) fueron considerados en la ecuación para estimar sexo en la muestra de validación. Con ellos se generó un modelo de regresión múltiple. Se pretendía generar varios modelos múltiples a través de la técnica *backward* pero solo se pudo realizar uno, ya que las medidas que mejor explicaban el sexo de los individuos eran solo tres (BL, DBML, DLMB). Dentro del modelo en conjunto sólo la medida BL, era significativa ($p < 0.05$), por lo que se desestimó la posibilidad de otros posibles modelos múltiples (Tabla 11 y 12).

Tabla 11. Resultados de la regresión logística

Variable	Coef. Variable	Coef. Constante	P-valor
MD	0,05	-0,81	0,88
BL	1,39	-16,21	0,00
DBML	1,08	-12,17	0,00
DLMB	0,79	-9,92	0,02
ME	-0,15	0,38	0,76
PA	0,14	-0,90	0,78
HI	-0,17	0,72	0,69
PR	0,22	-1,25	0,62

Tabla 12. Resultado de la regresión múltiple.

Variable	Coef. Variable	Coef. Constante	P-valor
BL	1,50	-15,74	0,01
DBML	0,50	-15,74	0,36
DLMB	-0,59	-15,74	0,31

Como resultado de lo anterior se desprendieron 2 ecuaciones de la recta, las cuales podrían ser estimadoras de sexo: el modelo de la medida BL y el modelo múltiple que contempla las medidas de DLMB, DBML y BL en conjunto.

- Siendo la ecuación de la recta: $a + b(x) = \text{sexo}$, en donde:
 - a = coeficiente de la constante de la regresión logística
 - b = coeficiente de la medida utilizada en la regresión logística
 - x = valor de la medida
- La ecuación del modelo BL es: $(-16,21) + 1,39 * (\text{medida}) = \text{sexo}$
- La ecuación del modelo múltiple es: $(-15,74) + (-0,59) * (\text{medida DLMB}) + 0,50 * (\text{medida DBML}) + 1,50 * (\text{medida BL}) = \text{sexo}$

Si al aplicar la ecuación el número resultante es mayor a 0 el modelo estima que el individuo es masculino, al contrario, si es menor o igual a 0 significa que el individuo es femenino.

8.8 Validación de los resultados

Ambas ecuaciones fueron aplicadas a la muestra de validación que corresponde a 33 individuos, 15 del servicio médico legal y 17 de la colección bioantropológica de la Universidad de Chile, a través del software Microsoft Excel (2016). Se reportan a continuación la precisión general del modelo, la especificidad (porcentaje de individuos femeninos estimados como femeninos) y la sensibilidad (porcentaje de individuos masculinos estimados como masculinos) (Tabla 13).

Tabla 13. Reporte de resultados de precisión de los modelos.

Modelo	Precisión general	Especificidad	Sensibilidad
BL	60,6%	100%	16,5%
Múltiple	54,5%	100%	0%

En estos resultados se puede observar que ninguno de los dos modelos presenta las características necesarias para validarse como un modelo estimador de sexo para el uso forense debido a que posee una muy baja precisión (60,6% modelo BL y 54,5% modelo múltiple) se espera que un modelo predictivo del sexo posea una precisión mayor a 70% (Suazo et al. 2009). En general, ambos modelos tienden a estimar a todos los individuos (femeninos y masculinos) como femeninos, generando una especificidad del 100% (todas las asignaciones correctas). Se da una sensibilidad del 16,5% en el modelo BL (solo 2 individuos masculinos asignados como masculinos) y un 0% en el modelo múltiple (todos los individuos masculinos reportados como femeninos).

En conclusión, la muestra de primeros molares maxilares de una población chilena contemporánea presenta normalidad y homogeneidad, sin embargo, exhibe poco dimorfismo sexual según las pruebas t-Student y t-Welch, lo que se puede observar luego en las regresiones logísticas que arrojan un p-valor cercano a uno, desestimando el poder de las variables independientes (medidas) para predecir el resultado de las variables categóricas (sexo). Finalmente, en la utilización de los modelos lineales generalizados más robustos (p-valor < 0.05)

en la muestra de validación, se observa la poca efectividad para estimar sexo debido al poco dimorfismo sexual de la muestra.

8.9 Análisis del poder estadístico

Se hizo un análisis post-hoc del estudio para conocer el poder estadístico de la muestra, este valor, $(1-\beta)$ muestra el grado de probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es realmente falsa, los resultados se muestran a continuación (Tabla 14)

Tabla 14. Calculo del poder estadístico del estudio.

Medidas	N	α (err prob.)	Poder $(1-\beta)$ err prob.)
Corona	87	0,05	0,95
Cúspides	77	0,05	0,93

En el caso de las medidas coronales, los resultados indican que el poder estadístico de la muestra es de 0,95 es decir, existe un 95% de probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo ésta realmente falsa, y solo un 5% de probabilidad de aceptar la hipótesis nula cuando es falsa o de incurrir en un error tipo II.

En el caso de las medidas de la distancia entre la cúspide y la fosa central el poder estadístico es de 0,93, es decir, existe un 93% de probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es falsa y solo un 7% de probabilidad de caer en un error tipo II.

9. Discusión

Para entender mejor los resultados de esta investigación, se analizarán en comparación a estudios hechos en esta y otras poblaciones, además de las causas que influyen en la presencia o ausencia de dimorfismo sexual.

9.1 Dimorfismo sexual en primeros molares maxilares en una muestra chilena contemporánea

Los resultados de la muestra indican que el dimorfismo sexual del primer molar maxilar es insuficiente para generar un modelo que permita estimar con confianza el sexo de un individuo a través de las medidas dentales utilizadas en este trabajo, ya sean coronales o cuspídeas. Esto se debe a que el nivel de precisión máxima del modelo fue de un 60,6%, un porcentaje de precisión menor que el de otros métodos de estimación de sexo usados en antropología forense, como los que estudian la pelvis (96%) o el cráneo (80 – 92%) (Krenzer, 2006). Y menos aún para alcanzar el nivel óptimo de precisión buscado en las ciencias forenses, de un 95% para métodos de estimación de sexo (Black y Ferguson, 2011).

Como indican los gráficos de caja y bigotes (Figs. 3-10), los valores entre los sexos se distribuyen de forma similar, estando los valores femeninos comprendidos dentro de los masculinos en el caso de la medida DLMB y ME. Por el contrario, las medidas femeninas son más amplias y comprenden todo el rango de medidas masculinas (*i.e.* dimorfismo sexual invertido) en el caso de PR, PA y MD. Por último, las medidas DLMB, MD, ME, PA y PR poseen distribuciones casi idénticas.

Tan solo en las medidas restantes (BL, DBML e HI) se observa una diferencia significativa en la distribución de los cuartiles entre los grupos. Aun así, los valores de éstas se sobreponen, con medianas muy similares en todas las medidas, excepto DBML. Los valores nos indica que en general las medidas no presentan grandes diferencias entre hombres y mujeres.

Si observamos los resultados de las pruebas de comparación, 3 de las 8 medidas (BL, DBML y BLMB) son significativas (p – valor < 0.05), arrojando el resto significancias cercanas a 1. Este dimorfismo sexual bajo se ve reflejado posteriormente en los modelos de regresión múltiple, donde solo las mismas 3 variables arrojaron modelos significativos.

Estudios anteriores con inclusión del primer molar maxilar realizados en población chilena muestran un dimorfismo sexual significativo (p -valor <0.05) en la dimensión bucolingual de este diente (Suazo et al. 2008) y diferencias mínimas en las dimensiones mesiodistal y bucodistal (Astete et al. 2009). En este último trabajo, se identificó que la media bucolingual es de 11,70mm en hombres y 11,42mm en mujeres (Astete et al. 2009), resultados similares a los hallados en el presente estudio (11,64mm en hombres vs. 11,13 en mujeres). Esto indicaría una concordancia entre este y anteriores estudios en relación al reducido dimorfismo sexual en el primer molar maxilar en poblaciones chilenas.

Otro estudio en población chilena con resultados similares es el de Peckman et al. (2016), donde se estimó una precisión general de 66,7% utilizando caninos e incisivos centrales. A pesar de usar el canino, uno de los dientes con mayor dimorfismo sexual (Zorba et al. 2011), la investigación arrojó resultados similares al presente estudio.

Esta investigación indica que, en el primer molar maxilar, la dimensión distolingual-mesiobucal es la más grande de todas las dimensiones coronales, seguida por la bucolingual tanto en hombres como mujeres. La distancia mesiodistal es la más pequeña para ambos sexos, información que concuerda con lo que ya se ha estudiado de la morfología de este diente (Hillson, 1996).

Las cúspides que presentaron mayores diferencias en la media entre sexos fueron el hipocono, seguido del protocono y el metacono junto con paracono. La distancia entre la fosa central y el protocono es la más corta y la segunda más variable en sus valores. La distancia entre la fosa central y el hipocono, es la más grande en ambos sexos, siendo la distancia con mayor desviación estándar en ambos sexos. Esta diferencia podría estar relacionada con la ontogenia del diente, ya que las últimas cúspides que se desarrollan presentan más variabilidad que las que lo hacen más temprano (Corruccini, 1979). Confirmando esto, el protocono, que es la cúspide que se desarrolla más temprano, en hombres presenta la desviación estándar más reducida.

9.2 Dimorfismo sexual en primeros molares maxilares en otras poblaciones

Los resultados de este estudio difieren de lo encontrado en otras poblaciones revisadas en la bibliografía, ya que muestra un dimorfismo sexual muy reducido y con bajos niveles de significancia en las pruebas de comparación. Estos resultados son posibles debido a que el dimorfismo no es expresado uniformemente entre las poblaciones (Black y Ferguson, 2011).

Estudios realizados en medición de cúspides en otras poblaciones presentan diversos resultados. En un estudio hecho en población del norte de la India donde se tomaron medidas de las cúspides, se concluyó que el primer molar presentaba más dimorfismo sexual en el protocono (Sharma et al. 2019). Por otro lado, el hipocono arrojó mayores niveles de dimorfismo sexual en otras poblaciones de la India (Yadav et al. 2015, Agnihotri y Sikri, 2010). En otros trabajos en poblaciones asiáticas, como la japonesa estudiada por Kondo et al. (2005), se concluye que el paracono es la cúspide que presenta más dimorfismo sexual o el metacono, como en el caso de la población de Taiwan (Kondo et al. 1998). En estudios de poblaciones africanas, como una sudafricana, se muestra que la cúspide con más dimorfismo sexual es el protocono (Macaluso, 2010).

En cuanto a las medidas coronales de los molares, ampliamente utilizadas para estimar sexo, los porcentajes de precisión varían igualmente de acuerdo con la población de estudio (Tabla 14). Para ampliar el alcance de la comparación, se incluyeron estudios de otros dientes maxilares en aquellas poblaciones donde no se hallaron datos específicos del primer molar maxilar.

Tabla 14. Comparación del porcentaje de precisión de estimación de sexo en dientes maxilares en diversas poblaciones.

Población	Precisión general del	
	modelo	Método estadístico
Chilena (este estudio)	60,6%	Regresión Logística
India (Prabhu y Acharya, 2009)	62,9%	Función discriminante
Turkos (Iscan y Kedici, 2003)	74%	Función discriminante
Norte de la India (Khangura et al. 2011)	61%	Función discriminante
Nigeria (Chinagorom et al. 2018)	71%	Función discriminante
Libaneses (Sheikhi y Bugaighis, 2015)	66,5%	Función discriminante
Española (Bañuls et al. 2014)	78%	Regresión Logística
Inglesa (Aris et al. 2018)	94,6%	Regresión logística
Noruega (Beyer-Olsen y Alexandersen, 1995)	85%	Función discriminante
Uruguay (Gargano et al. 2014)	50,5%	Índice canino (mandibular y maxilar)
Saudí (Al-Rifaiy et al. 2014)	65,4%	Análisis cuadrático multivariante
Francesa (Tardivo et al. 2015)	83,3%	Regresión Logística
Portuguesa (Luna, 2019)	82,5%	Regresión Logística

A partir de la tabla, se advierte una alta variación entre las poblaciones, resaltando la población inglesa, con casi un 95% de precisión. Le siguen otras poblaciones europeas como la noruega, francesa, portuguesa y española (78-85%). El caso chileno presenta porcentajes más cercanos a las poblaciones de

la India Saudí o libanesa (65,4-66,5%), con unos valores más altos de precisión que la población más cercana geográficamente (Uruguay), que presenta los niveles de precisión más bajos de la comparación (50,5%).

La odontometría en dientes maxilares es útil para estimar sexo en contextos forenses de poblaciones como la inglesa, española o francesa, donde se obtienen porcentajes de precisión altos, utilizables como complemento a otros métodos. Sin embargo, con tan solo un 60% de precisión en población chilena, la odontometría del primer molar maxilar no es un método confiable.

9.3 Posibles causas del reducido dimorfismo sexual en el primer molar de la población chilena

Los resultados nos llevan a cuestionarnos el porqué de esta diferencia. Podemos excluir como factor limitante la estadística realizada ya que el método de regresión logística arroja los resultados más robustos entre poblaciones. Otras causas pueden estar relacionadas con el desarrollo del diente utilizado (factores intrínsecos) o con la población utilizada y su ambiente (factores extrínsecos), ya que la expresión fenotípica del diente es el resultado de la genética junto a las presiones del ambiente (Larsen, 2002).

9.3.1 Factores intrínsecos

Uno de los posibles motivos del reducido dimorfismo sexual observado puede estar en la ontogenia del primer molar maxilar, ya que dientes con un desarrollo más temprano presentan menor variabilidad morfológica. Esto puede ser debido a la menor influencia de hormonas sexuales en el desarrollo (Gingerich, 1974). Los primeros molares, comienzan a calcificarse en la semana 25 de gestación (Dopico y Castro 2015), erupcionando (movimiento continuo desde que brota hasta el contacto oclusal según Nelson y Ash (2010)) alrededor de los 6 años, por lo que quedan exentos de la influencia de muchas hormonas vinculadas a caracteres sexuales. Se puede interpretar que esta es la causa del reducido dimorfismo sexual del primer molar en chilenos (este estudio; Astete, 2009; Suazo, 2008; Peckman et al., 2016).

Sin embargo, un estudio realizado por Guatelli-Steinberg y colaboradores en el 2008 demostró que las hormonas sexuales solo tienen una pequeña influencia en el dimorfismo sexual en la dimensión mesiodistal de incisivos, caninos, premolares y molares al momento en que se forman (Guatelli-Steinberg et al. 2008). El estudio de Guatelli-Steinberg tomó siete poblaciones diferentes, incluyendo la norteamericana, asiática, europea y australiana, y observó que existe una gran variación en el tipo de diente (incisivos, canino, premolar o molar) que mostraba mayor dimorfismo entre las poblaciones. Tan solo los incisivos superiores mostraron consistentemente dimorfismo sexual en todas las poblaciones (Guatelli-Steinberg et al. 2008). Esto último se correlaciona con el estudio en población chilena de Peckman et al. (2016), que identificó que solo caninos e incisivos exhibían dimorfismo sexual. Sin embargo, la ecuación de función discriminante que se calculó para este estudio solo alcanzó niveles de precisión general entre 59,7 a 60% usando medidas de caninos e incisivos superiores.

9.3.2 Factores extrínsecos

Otras causas se relacionan con diferencias entre poblaciones debido a presiones ambientales y ancestría (Brook et al, 2009). En base a su tamaño, las dimensiones dentales de los grupos humanos se clasifican en tres tipos; microdonte, mesodonte y megadonte. Estas formas pueden responder a procesos evolutivos relacionados con prácticas de agricultura y preparación de alimentos (Hanihara e Ishida, 2005), así como también a adaptaciones locales que responden a presiones ambientales e influyen sobre el tamaño dental (Balciunienė y Jankauskas 1993). (i.e. clima, enfermedades sistémicas y estados nutricionales) Pilloud et al. (2014), por ejemplo, midió todos los tipos de dientes en su diámetro mesiodistal y bulingual en poblaciones de África, Asia y Europa, concluyendo que los dientes más grandes pertenecían a poblaciones africanas, seguidos de las asiáticas, siendo los dientes más pequeños los de las poblaciones europeas. En un estudio que comparó el dimorfismo sexual presente en la medida mesiodistal en dientes de población brasileña con diferentes orígenes étnicos (africano, caucasoide y japonés), se concluyó que los dientes

que presentaban más dimorfismo sexual eran los de individuos de origen étnico africano, seguido de japoneses y por último caucasoides (Freire et al. 2013).

El origen étnico de la población chilena ha sido caracterizado como amerindio (origen mongoloide) con caucasoide. Los genes nativos americanos componen en promedio un 44,34% de la población en Chile, mientras que los europeos ponderan en promedio un 51,85% y tan solo un 3,81% de genes de origen africano (Fuentes et al. 2014). En el caso de este estudio, la muestra se obtuvo de estudiantes de la Universidad de la Frontera en la región de la Araucanía, en ésta región se estima que el promedio de genes nativos americanos es de 53,21% y el de genes europeos de 43,7% (Fuentes et al. 2014). El componente étnico amerindio de la población chilena posee dientes de tamaño medio (Harris y Rathbun 1991) y el componente europeo presenta dientes pequeños (Pilloud et al. 2014) y como se sabe, la reducción del tamaño dental va acompañada de la reducción del dimorfismo sexual (Rodríguez, 2017).

Estudios en poblaciones europeas, como la francesa, muestran que los dientes más dimórficos son caninos e incisivos inferiores (Pettenati-Soubayroux et al. 2002); para la griega es el primer molar mandibular (Mitsea et al. 2014), y en polacos los segundos molares superiores (Antoszewski et al. 2009). En poblaciones asiáticas, como las de Malasia e India, el primer y segundo molar presentan mayor dimorfismo (Khamis et al. 2014). En el caso de poblaciones mestizas como las americanas, el mayor dimorfismo se muestra en el caso de los colombianos en los incisivos centrales superiores (Castillo et al. 2011), mientras que, en mexicanos, en los caninos inferiores (Bishara et al. 1989) y para población afroamericana estadounidense son los caninos superiores (Richardson y Malhotra 1975). En resumen, a pesar de que los caninos se presentan la mayoría de las veces como los dientes con mayor dimorfismo sexual, en realidad no existe un patrón que sea transversal a todas las poblaciones (Da Silva et al. 2019). Estas diferencias nos hacen pensar en que los factores ambientales pueden tener mucho que ver en el tamaño dental y la variada expresión del dimorfismo sexual.

A pesar de que los estudios de los últimos 30 años han establecido que las diferencias en tamaños dentales se deben principalmente a la acción de un gran número de genes, estos pueden estar afectados por presiones ambientales, estando el tamaño dental condicionado por cambios multifactoriales (Luna 2015).

9.4 Análisis del error de medición

En esta investigación se utilizó la escala de clasificación propuesta por Fleiss (1986) para la evaluación del error, obteniendo en todas las medidas una concordancia casi perfecta para el error intraobservador, con valores por sobre 0,85 de error y valores menores a 0,80 en todas las medidas con excepción de las variables distobucal-mesiolingual y de mesiobucal-distolingual en el caso del error interobservador. Estos valores, a pesar de representar buena concordancia según la escala de Fleiss (1986), levantan preguntas sobre la capacidad de reproductibilidad de las medidas coronales mesiodistal y bucolingual. Y más aún de las medidas de cúspides propuestas por ésta investigación.

Una primera interrogante surge sobre la fiabilidad de la técnica de medición en modelos 3D, menos habitual que la tradicional medición en yeso. Sin embargo, se ha demostrado que la fiabilidad y reproductibilidad de mediciones en modelos 3D y modelos de yeso no presentan diferencias significativas en sus resultados, tanto en error intraobservador como interobservador (*i.e.* ICC > 0,90; Ojeda et al. 2017).

Otra causa puede postularse en el efecto que tiene la orientación del diente en las mediciones, afectando cuantitativamente los resultados (Gomez-Robles et al. 2008). En esta muestra se consideraron solo los molares que estaban levemente rotados en su alveolo (11 en total). Sin embargo, no se registraron las rotaciones notorias que pudieron afectar la apreciación de los puntos de medición o landmarks.

Otros estudios apuntan a que diferentes grados de experticia entre los investigadores pueden provocar diferencias en las mediciones (Gamarra et al, 2011), lo que podría haber afectado a este estudio considerando los diferentes

niveles de experticia de las investigadoras y los niveles de concordancia obtenidos, especialmente en las medidas mesiodistal y bucolingual.

Por último, el nuevo método de medición de dimensiones de cúspides propuesto por esta investigación podría haber resultado en la disminución de la precisión de medida al ser más difícil de reproducir que las medidas tradicionales coronales. Esto puede estar condicionado por las dificultades para identificar los landmarks.

A partir de esto, sería de gran interés validar de una forma más eficiente las medidas de cúspides propuestas en esta investigación en una muestra física y calcular el error de medición. Igualmente, ni el error intraobservador ni el interobservador de ninguna de las 8 medidas presentan valores estadísticamente significativos, por lo que no presentan un problema metodológico.

10. Conclusiones

Se concluye de ésta investigación que no es posible estimar sexo a través de las medidas lineales del primer molar maxilar en una muestra chilena contemporánea.

Pese a que la existencia del dimorfismo sexual en dientes está comprobada, no hay certeza de cuáles son las causas de éste, sino que se trata de un proceso multifactorial. Se ha teorizado sobre sus mecanismos desde la década de los 70 hasta la actualidad, pero aún no hay consenso debido a que se expresa con una gran variabilidad entre poblaciones; no tan solo en grado, sino también en el tipo de diente en que se presenta. Es por ello que termina siendo muy poco probable poder sugerir qué diente es útil para estimar el sexo para la población chilena actual. Es necesario realizar investigaciones de éste tipo en poblaciones contemporáneas utilizando la mayor cantidad de dientes posibles.

Si bien esta investigación consideró un solo diente, los resultados sirven como un antecedente de apoyo a futuras investigaciones para complementar los

estudios sobre variación poblacional. Igualmente, se plantea un desafío el poder incluir factores ambientales y étnicos que puedan afectar el tamaño general de las poblaciones, pueden también afectar el dimorfismo sexual en todos los elementos óseos. También es importante ampliar los métodos de medición de dientes y en las variables de estudio: por ej. dimensiones diagonales, cervicales, dimensiones de la raíz o de grosores de tejidos como la pulpa, la dentina o el esmalte. Todo ello con el fin de complementar lo que se sabe sobre la expresión del dimorfismo sexual en dientes y su posible utilidad con fines antropológicos forenses.

11. Bibliografía

- Agnihotri, G., & Sikri, V. (2010). Crown and cusp dimensions of the maxillary first molar: A study of sexual dimorphism in Indian Jat Sikhs. *Dental Anthropology*, 21, 1-6.
- Asociación Latinoamericana de Antropología Forense (ALAF). (s.f). *Guía Latinoamericana de buenas prácticas para la aplicación en antropología forense*.
- Al-Rifaiy, M., Abdullah, A., Ashraf, I., & Khan, N. (2014). Dimorphism of Mandibular y Maxilar Canine Teeth in Establishing Sex identity. *The Saudi Dental Journal*, 9 (1), 17-10.
- Alt, K., Rosing, F., & Teschel-Nicola, M. (1998). Dental anthropology. Fundamentals, limits and prospects. Nueva York, Estados Unidos, Springer-Wien.
- Antoszewski, B., Zadzinska, E., & Foczpanski, K. (2009). The metric features of teeth in female-to-male transsexuals. *Archives of Sexual Behavior*, 38 (3), 351-358.
- Aris, C., Nystrom, P., & Craig-Atkins, E. (2018). A new multivariate method for determining sex of immature human remains using the maxillary first molar. *American Journal of Physics Anthropology*, 1-2.
- Arrigui, A. (2012). Dimorfismo sexual humano. *Revista de Asociación Médica Argentina*, 125 (1), 9-18.
- Asociación Española de Antropología y Odontología Forense. (2018). Libros y PDF's. Recuperado de: <http://aeaof.com/index.html#libros-pdfs>
- Astete, C., Valenzuela, J., & Suazo, I. (2009). Sexual dimorphism in the tooth dimensions of Spanish and Chilean peoples. *International Journal Odontostomat*, 3 (1), 47-50.
- Alvesalo, L., & de la Chapelle, A. (1981). Tooth size in two males with deletions of the long arm of the Y-chromosome. *Anatomy Human Genetic*, 45, 49-54.

- Alvesalo, L., (1997). Sex chromosome and human growth. A dental approach. *Human Genetic*, 101 (1), 1-5.
- Axelsson, G., & Kirveskari, P. (1983). Crown size of permanent teeth in Icelanders. *Acta Odontológica Escandinava*, 41, 181-186.
- Bañuls, I., Catalá, M., & Plasencia, E. (2014): Estimación del sexo a partir del análisis odontométrico de los caninos permanentes. *Revista Española de Antropología Física*, 35, 1-10.
- Batres, E. (2011). Arqueología y odontología. *Horizonte sanitario*, 10 (3), 4-6.
- Beyer-Olsen, E., & Alexandersen, V. (1995). Sex assessment of medieval Norwegian skeletons based on permanent tooth crown size. *International Journal of Osteoarchaeology*, 5, 274-281.
- Bishara, S., Jakobsen, J., Abdallah, E., & García, F. (1989) Comparisons of mesiodistal and buccolingual crown dimensions of the permanent teeth in three populations from Egypt, Mexico and the United States. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96 (5), 416-422.
- Black, S., & Ferguson, E. (2011). *Forensic Anthropology, 2000 to 2010*. Boca Ratón, Estados Unidos, CRC Press.
- Balciunienė, I., & Jankauskas, R. (1993). Odontometry of Lithuanian paleopopulations. *Anthropologischer Anzeiger*, 51, 31-39.
- Bollini, G., Rodríguez-Flórez, C., Colantonio, S. (2009). Dental non-metric traits in a pre-conquest sample "Calchaquí" from Argentina. South America. *International Journal of Morphology*, 27, 1063-1067.
- Brook, A., Griffin, R., Townsend, G., Levisianos, Y., Russel, J., & Smith, R. (2009). Variability and patterning in permanent tooth size of four human ethnic groups. *Archives of Oral Biology*, 54, 79-85.
- Bustos, P., & Intriago, M. (2015). The Chilean forensic medical service. En: *The global practice of forensic science*. Estados Unidos, Wiley Blackwell.
- Cáceres, I. (2004). *Antropología Forense en Chile*. V Congreso Chileno de Antropología. Colegio de Antropólogos de Chile A. G, San Felipe.
- Calcagno, J., & Gibson, K. (1991). Selective Compromise: Evolutionary Trends and Mechanisms in Hominid Tooth Size. *Advances in Dental Anthropology*, 59-76.
- Cámara, D. (2015). A biosocial approach to living conditions; Inter-generational changes of stature dimorphism in 20th-century Spain. *Annals of Human Biology*, 42 (2), 167-77.
- Camargo, O. (2012). Dimorfismo sexual y desviación en la proporción de los sexos en embriones preimplantatorios. *Ces Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 7 (1), 100-114.
- Carbó, A. (1990). Anatomía Dental y de la Oclusión. Ciudad de la Habana, *Pueblo y Educación*.
- Cárdenas, M., & Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G*Power: Complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud y Sociedad*, 5 (2), 210-224.

- Castillo, L., Castro, A., Lerma, C., Lozada, D., & Moreno, F. (2011). Diámetros meso-distales y vestibule-linguales dentales de un grupo de mestizos de Cali, Colombia. *Revista Estomatología*, 19 (2), 16-22.
- Chinagorom, I., Valentine, A., Aperepikiya, A. (2018). Sex Estimation by Odontometric Study of the Maxillary Canine Teeth using Discriminant Fuction Analysis. *Dentistry*, 8 (6), 493.
- Christensen, L., Johnson, B., & Turner, L. (2014). *Research methods, desing and analysis (12 ed.)*. Estados Unidos, Pearson.
- Clark, D. (1994). Analysis of the value of forensic odontology in ten mass disasters. *International Dentistry Journal*, 44, 241 -250.
- Concepcion, O., Sosa, H., & Matos, R. (2013). Orden y cronología del brote de la dentición permanente. *Revista de Ciencias Médicas*, 17 (3), 112-122.
- Corruccini, R. (1979). Molar cusp-size variability in relation to odontogenesis in hominoid primates. *Archives of Oral Biology*, 24 (8), 636-634.
- Da Silva, P., Lopes, M., Martins-Filho, I., HayeBiazevic, M., & Muchel-Crosato, E. (2019). Tooth crown mesiodistal measurements for the determination of sexual dimorphism across range a populations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of forensic Odonto-Stomatology*, 37 (1), 2-19.
- Dabbs, G., & Moore-Jansen, P. (2010). A method for estimating sex using metric analysis of the scapula. *Journal of Forensic Sciences*, 55 (1), 149-152.
- Dahlberg, A. (1945). The changing dentition of man. *The journal of the American dental association*, 32 (11), 676-690.
- Daly, L., & Bourke, G. (2000). *Interpretation and use of medical statistics*. Oxford, Inglaterra, Blackwell Science Ltd.
- Dawson, C., Ross, D. & Mallet, X. (2011). Sex determination. En: *Forensic Anthropology 2000 to 2010*. Boca Raton, Estados Unidos, CRC Press.
- Díaz-Narváez, V., Calzadilla, A., & Reyes, A. (2018). Reflexión acerca de la regression logística y las decisiones clínicas. *Revista Médica de Rosario*, 84, 35-40.
- Dirkmaat, D., Cabo, L., Stephen, D., & Symes, S. (2008). New perspectives in forensic anthropology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 137, 33-52.
- Dopico, M., & Castro, C. (2015). Importancia del primer molar permanente y consecuencias clinical de su pérdida en edades tempranas del desarrollo. *Revista RAAO*, 54 (2), 24-27.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A-G., & Buchner, A. (2009). Statistical power analyses useng G*Power 3.1: Test for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.
- Figuroa, C. (2001). Dictaduras, tortura y terror en America Latina. *Bajo el Volcán*, 2 (3). 53-74.
- Fisher, R. (1954). Statistical methods for research workers. *Oliver and Buyd*. Edinburgh.
- Fleiss, J. (1986). *Desing and analysis of clinical experiments*. Nueva York, Estados Unidos, John Wiley & Sons.
- Fonseca, G., Cantín, M., & Lucena, J. (2013). Odontología Forense II: La

- identificación Inequívoca. *International Journal of Odontostomatology*, 7 (2), 327-334.
- Frayer, D., & Wolpoff, M. (1985). Sexual dimorphism. *Annual Review of Anthropology*, 14, 429-473.
- Freire, T., Sathler, R., Natalicio, G., Castanha, J., & Pinzan, A. (2013). Comparison of mesiodistal Tooth widths in caucasian, african and japanense individuals with brazilian ancestry and normal oclusion. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18 (3), 130-135.
- Fuentes, M., Pulgar, I., Gallo C., Bortolini, M., Canizales, M., Bedoya, G., Gonzáles-José, R., Ruiz-Linares, A., & Rothhammer, F. (2014). Geografía genética de Chile. Distribución regional de los aportes genéticos americanos, europeos y africanos. *Revista médica de Chile*, 142 (3), 281-189.
- Gamarra, B., Romero, A., Pérez, A., & Galbany, J. (2011). Análisis del error de medición y variabilidad interespecífica morfométrica de Fourier en M2 de primates Hominoidea. *Revista española de antropología física*, 32, 56-66.
- Gargano, V., Picapedra, A., Sassi, C., Correia, L., Álvarez, R., Francesquini, L., & Daruge, E. (2014). ¿Son los índices caninos mandibular y maxilar fidedignas para la determinación de sexo?. *Actas Odontológicas*, 11 (2), 22-34.
- Garn, S., Lewis, A., & Kerewsky, R. Sex difference in tooth size. *Journal of Dental Research*, 43, 306.
- Ghose, L & Baghdady, V. (1979). Analysis of the Iraqui dentition: Mesiodistal crown diameters of permanent teeth. *Journal of dental research*, 58 (3), 1047-1054.
- Gil, F., Facio, A., Villanueva, E., Pérez, M., Tojo, R., Gil, A. (1996). The association of tooth lead content with dental health factors. *Science of The Total Environment*, 192 (2), 183-191.
- Gingerich, P. (1974). Size variability of the teeth in living mammals and the diagnosis of closely related sympatric fossil species. *Journal of Paleontology*, 48 (5), 895-903.
- Gomez-Robles, A. Martinon, M., Bermudes, J., Prado, L., & Arsuaga, J. (2008). Geometric morphometric analysis of the crown morphology of the lowerfirst premolars of hominins, with special attention to Pleistocene *Homo*, *Journal of human evolution*, 55, 627-638.
- González-Fierro, M. (2012). Patrones normales de crecimiento y desarrollo físico. La Pubertad. *Medicina de la Adolescencia, Atención Integral*, 2, 35-42.
- Grivas, C., & Komar, D. (2008). Kumho, Daubert and the nature of scientific Inquiry: Implications of Forensic Anthropology. *Journal of Forensic Science*, 53 (4), 171-176.
- Guatelli-Steinberg, D., Sciulli, P., & Betsinger, T. (2008). Dental crown size and sex hormone concentrations: Another look at the development of sexual dimorphism. *American Journal of Physical Anthropology*, 137, 324-333.
- Gustafsson, A., Lindenfors, P. (2004). Human size evolution: No evolutionary

- allometric relationship between male and female stature. *Journal of Human Evolution*, 47, 253-266.
- Gutiérrez, C., & Villegas, M. (1999). Derechos Humanos y Desaparecidos en Dictaduras Militares. *América Latina Hoy*, 20, 19-40.
- Harris, E., & Nweeia, M. (1980). Dental Asymmetry as a measure of environmental stress in the Ticuna Indians of Colombia. *American Journal of Physical Anthropology*, 53 (1), 133-142.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid, España, Prentice Hall Iberia.
- Hanihara, T., & Ishida, H. (2005). Metric dental variations of major human populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 128, 287-298.
- Hillson, S. (1996). *Dental Anthropology*. Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
- Hillson, S. (2002). *Dental Anthropology*. Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
- Hillson, S., FitzGerald, C., Flinn, H. (2005). Alternative Dental Measurement: Proposals and Relationships With Other Measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 126, 413-426.
- Isaza, J. (2015). La antropología física y el diagnóstico del sexo en el esqueleto a partir del cráneo: Métodos actuales y futuras perspectivas. *Boletín de Antropología. Universidad de Antioquía*, 30, 94-126.
- Iscan, Y., & Kedici, P. (2003). Sexual variation in buco-lingual dimensions in Turkish dentition. *Forensic Science International*, 137 (2-3), 160-164.
- Janjua, M., & Rogers, T. (2008). Bone weathering patterns of metatarsal versus femur and the post mortem interval in southern Ontario. *Forensic Science International*, 178 (1), 16-23.
- Klepinger, L. (2006). *Fundamentals of Forensic Anthropology*. Illinois, Estados Unidos, Willey-Liss.
- Khamis, M., Taylor, J., Malik, S., & Townsend, G. (2014). Odontometric sex variation in Malaysians with application to sex prediction. *Forensic Science International*, 234, 183.e1-183.e7.
- Khangura, R., Sircar, K., & Grewal, D. (2015). Four odontometric parameters as a forensic tool in stature estimation. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 7 (2), 132-136.
- Kieser, J., Groeneveld, H., & Preston, C. (1985). A metric analysis of the South African Caucasoid dentition. *The Journal of the Dental Association of South Africa*, 40 (3), 12-15.
- Kondo, S., & Townsend, G. (2006). Associations between Carabelli trait and cusp area in human permanent maxillary first molars. *American Journal of Physical Anthropology*, 129, 196-203.
- Kondo, S., Funatsu, T., Wakatsuki, E., Shun-Te, H., & Sheng-Yen, C. (1998). Sexual dimorphism of Taiwan chinense. *Okajimas Folias Anatomica Japonica*, 75 (5), 239-246.
- Kondo, S., Townsend, G., & Yamada, H. (2005). Sexual dimorphism of cusp

- dimensions in human maxillary molars. *American Journal of Physical Anthropology*, 128 (4), 870-877.
- Koo, T., & Li, M. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15 (2), 155-163.
- Kraus, B. (1951). Carabelli's anomaly of the maxillary molar teeth; Observations on Mexicans and Papago Indians and an interpretation of the inheritance. *American Journal of Human Genetics*, 3, 348-355.
- Krenzer, U. (2006). *Compendio de métodos antropológicos forenses para la reconstrucción del perfil osteobiológico*, Guatemala, CAFCA
- Krishan, K., Chatterjee, P., Kanchan, T., Kaur, S., & Baryah, K. (2016). A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic Science International*. 261, 165.e1-165.e8.
- Lachenbruch, P., & Goldstein, M. (1979). Discriminant analysis: Perspective in biometry. *International Biometric Society*, 35 (1), 69-85.
- Lango, A. et al. (2010). Hundreds of variants clustered in genomic loci and biological pathways affect human height. *Nature*, 467, 832-838.
- Larsen, C. (2002) Bioarchaeology: The lives and lifestyles of past people. *Journal of Archaeological Research*, 10, 119-166.
- Llorca-Jaña, M., Araya, R., & Navarrete, J. (2018). Antropometría histórica de Chile: Evolución de la estatura de la población en el largo plazo, siglos XVIII-XX. *Estudios Atacameños, Arqueología y Antropología Surandinas*, 60, 161-191.
- Lucas, P.W. (2004). *Dental functional morphology: How theet work*. Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
- Luna, L. (2015). Interpretative potential of dental metrics for biodistance analysis in hunter.gatherers from central Argentina. A theoretical-methodological approach. *Journal of Comparative Human Biology*, 66 (5), 1-16.
- Luna, L. (2019). Canine sex estimation and sexual dimorphism in the collection of identified skeletons of the University of Coimbra, with an application in a Roman cemetery from Faro, Portugal. *International Journal of Osteoarchaeology*, 29, 260-272.
- Lund, H., & Mornstad, H. (1999). Gender determination by odontometrics in a Swedish population. *Journal of Forensic Odontostomatology*, 17 (2), 30-34.
- Lyman, R. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press
- Macaluso, P. (2010). Sex discrimination potencial of permanent maxillary molar cusp diameters. *The Journal of Forensic odonto-stomatology*, 28, 22-31.
- Mandeville, P. (2005). El coeficiente de correlación intraclase. *Ciencia UANL*, 8 (3), 414-416.
- Mansegosa, D., Giannotti, P., Chiavzza, H., & Barrientos, G. (2018). Funciones discriminantes para estimar sexo a partir de huesos largos en poblaciones

- coloniales del centro oeste de Argentina. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 50 (1), 155-164.
- Marín, L., & Moreno, F. (2011). Odontología forense: Identificación odontológica de cadáveres quemados. Reporte de dos casos. *Revista Estomatología*, 12, 57-70.
- Mitsea, A., Moraitis, K., Leon, G., Nicopoulou-Karavianni, K., & Spiliopoulou, C. (2014). Sex determination by tooth size in a sample of Greek population. *Homo*, 65 (4), 322-329.
- Montiel, J. (2002). *Manuales de criminalística*. Tomos 1,2 y 3. México, Noriega Editores.
- Montilla, J., & Kromrey, J. (2010). Robustez de las pruebas T en comparación de medias, ante violación de supuestos de normalidad y homocedasticidad. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 31 (2), 101-108.
- Morales, M. (2009). El rol de la identificación de cadáveres en la protección de los derechos humanos y el derecho internacional humanitario. En: *Identificación de cadáveres en la práctica forense*. Bogotá, Colombia, Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- Moreno, S., Moreno, F. (2002). Antropología Dental: Una herramienta valiosa con fines forenses. *Revista Estomatología*, 10 (2), 29-42.
- Moreno, S., & Moreno, M. (2016). Origen y expresión de la cúspide de Carabelli en diferentes grupos étnicos del suroccidente colombiano: estudio documental. *Revista Nacional de Odontología*, 24, 111-121.
- Murray, P., Stanley, H., Matthews, J., Sloan, A., Smith, A., & Gainesville, F. (2002). Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 93 (4), 474-482.
- Nelson, S., & Ash, M., (2010). *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion*. Missouri, Estados Unidos, Saunders Elsevier.
- Ojeda, X., Marín, D., & Bravo, M. (2017). Estudio comparativo de la fiabilidad y reproducibilidad en la medición de los tamaños dentarios y las medidas de las arcadas dentarias entre registros manuales y digitales 3D obtenidos por escaneo intraoral y extraoral. *Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría*. Recuperado de <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2017/art-34/>
- Ortiz, J., Fonseca, G., Cantín, M., Huitzil, E., & Lucena, J. (2015) Generic skills for education in forensic dentistry: Critical thinking and social responsibility. *International Journal of Odontostomatology*, 9 (26), 3-72.
- Padilla, E., & Reveco, I. (2004). *Memorias del grupo de antropología forense y su aporte al campo de los Derechos Humanos en Chile*, V Congreso Chileno de Antropología, Colegio de Antropólogos de Chile A. G, San Felipe.
- Paredes, C., & Aspillaga, E. (1984). Antropología Física Forense. *Revista Chilena de Antropología*, 4, 157-158.
- Paulete, J. (2009) *Odontología legal & Antropología forense*. Sao Paulo: Guanabara Koogan.

- Peckman, T., Logar, C., Garrido-Varas, C., Meek, S., & Toledo, X. (2016). Sex determination using the mesio-distal dimension of permanent maxillary incisors and canines in a modern Chilean population. *Science Justice*, 56 (2), 84-89.
- Pérez, F., Feijoo, G., Llanes, G., Maroto, E., & Barberío, L. (2007). Determinación de la edad dentaria. Implicaciones clínicas y legales. *Revista Sociedad Chilena de Odontopediatría*, 23 (2), 5-14.
- Pérez-Pérez, A., Galbany, J., Romero, A., Martínez, L., Estebaranz, F., Pinilla, B., & Gamarra, B. (2010). Origen y evolución de los dientes: de los cordados primitivos a los humanos modernos. *Revista Española de Antropología Física*, 31, 167-192.
- Pettenati-Soubayroux, I., Signoli, M., & Dutour, O. (2002). Sexual dimorphism in teeth. Discriminatory effectiveness of permanent lower canine sized observed in a XVIIIth Century osteological series. *Forensic Science International*, 126 (3), 227-232.
- Pilloud, M., Hefner, J., Hanihara, T., & Hayashi, A. (2014): The use of tooth crown measurement in the assessment of ancestry. *Journal of Forensic Science*. 1-9.
- Potter, Y., Alcazaren, B., Herbosa, M., & Tomaneng, J. (1981). Dimensional characteristics of the Filipino dentition. *American Journal of Physical Anthropology*, 55 (1), 33-42.
- Prabhu S, Acharya A. (2009). Odontometric sex assessment in Indians. *Forensic Science International*, 192, 129.
- Priyanka, S., Prasad, K., Raghavendra, B., Avinash, K., & Arati, P. (2015). Teeth in Fire – Morphologic and Radiographic Alterations: An *In Vitro* Study. *Journal of Forensic Research*, 6 (2), 227.
- Quigley, C. (2002). The postnatal gonadotropin and sex steroid surge-insights from the androgen insensitivity syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 87, 24-28.
- Richardson, E., & Malhotra, S. (1975). Mesiodistal crown dimensions of the permanent dentition of American Negroes. *American Journal of Orthodontic*, 68 (2), 157-164.
- Robb, J., Bigazzi, R., Lazzirini, L., Scosini, C., & Sonogo, F. (2001). Social status and biological Status: a comparison of grave goods and skeletal indicators from Pontecagnano. *American Journal of Physical Anthropology*, 115, 213-222.
- Rodríguez, J. (2004). *La antropología forense en la identificación humana*. Bogotá, Colombia, Guadalupe.
- Rodríguez-Cuenca, J. (2003). *Dientes y Diversidad Humana*. Bogotá, Colombia, Guadalupe.
- Rodríguez-Flórez, C. (2004). La antropología dental y su importancia en el estudio de los grupos humanos prehispánicos. *Revista de Antropología Experimental*, 4, 1-7.
- Rodríguez-Flórez, C., Mangeaud, A., Colantonio, S., & Fonseca, G. (2008).

- Método forense para determinar sexo en individuos subadultos usando odontometría de la dentición decidua. *Revista Facultad de Odontología de Antioquia*, 20 (1), 43-48.
- Rodriguez, F. (2017). *Dimorfismo sexual en diente canino en población santiaguina actual usando morfometría geométrica*. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile. Santiago.
- Sampieri, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2011). *Metodología de la Investigación*. Santa fé, Argentina, Mc Graw Hill.
- Saunders, S., Chan, A., Kahlon, B., Kluge, H., & FitzGerald, C. (2007). Sexual dimorphism of the dental tissues in human permanent mandibular canines and third premolars. *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 735-740.
- Schwartz, G., Dean, M. (2005). Sexual dimorphism in modern human permanent teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 128, 312-317.
- Scott, R. (1991). Dental Anthropology. *Enciclopedia of Human Biology*, 2, 789-804.
- Scott, R. (2017). Dental Anthropology. En: *Encyclopedia of Global Archaeology*. Cham, Suiza, Springer.
- Scott, R., & Irish, J. (2017). Human tooth crown and root morphology. Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
- Sharma, P., Singh, T., Kumar, P., Kumar, P., & Sharma, R. (2019). Sex determination potential of permanent maxillary molar widths and cusp diameters in a north Indian population. *Journal of Orthodontic Science*, 2, 55-60.
- Sheikhi, F., & Bugaighis, I. (2015). Sex discrimination by odontometrics in Libyan subjects. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 6 (2), 157-164.
- Spradley, K., & Jantz, R. (2011). Sex estimation in forensic anthropology: Skull versus postcranial elements. *Journal of Forensic Sciences*, 56 (2), 289-296.
- StataCorp. (2015). *Stata Statistical Software: Release 14*. College Station. TX: StataCorp LP.
- Steyn, M., Pretorius, E., & Hutten, L. (2004). Geometric Morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans. *South Africa Journal Science*, 54 (3), 197-206.
- Stroud, J., English, J., & Buschang, P. (1998). Enamel thickness of the posterior dentition: its implications for nonextraction treatment. *Angle Orthodontics*, 28, 141-146.
- Suazo, I., Cantín, M., López, B., Sandoval, C., Gajardo, P., & Gajardo, M. (2008). Sexual dimorphism in mesiodistal and bucolingual tooth dimension in Chilean people. *International Journal of Morphology*, 26 (3), 609-614.
- Sweet, D. (2001). ¿Por qué es necesario un odontólogo para la identificación? *Clínica odontológica de Norteamérica. Odontología forense*. 245-257.
- Tardivo, D., Sastre, J., Jean-Huges, C., Leonetti, G., Adalian, P., & Foti, B. (2015). Gender determination of adult individuals by three-dimensional

- modeling of canines. *Journal of Forensic Science*, 60 (5), 1341-1345.
- Takahashi, M., Kondo, S., Townsend, G., Kanazawa, E. (2007). Variability in cusp size of human maxillary molars, with particular reference to the hypocone. *Archives of Oral Biology*, 52, 1146-1154.
- Townsend, G., Bockmann, M., Hughes, T., & Brook, A. (2011). Genetic, environmental and epigenetic influences on variation in human tooth number, size and shape. *Odontology*. 100, 1-9.
- Turner, C., Nichol, C., & Scott, R. (1991) Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: the Arizona State University dental anthropology system. En: *Advances in dental anthropology*. Nueva York, Estados Unidos: Willey-Liss.
- Universidad Autónoma de Madrid. (2011). Regresión Logística. Recuperado de <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/CUALITATIVAS/LOGISTICA/regresion-logistica.pdf>
- Universidad de Valencia. (1998). Pseudopatología tafonómica en restos óseos arqueológicos. Recuperado de <https://webs.ucm.es/info/aep/boletin/actas/38.pdf>
- Ungar, P. (2010). *Mammal Teeth: Origin, evolution and diversity*. Baltimore, Estados Unidos, The Johns Hopkins University Press.
- Urbieto, A. (2017). *Odontometría y dimorfismo sexual en la medición del diámetro mesiodistal de incisivos y caninos permanentes maxilares en la identificación odontológico forense*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Valdivia, V. (1988). *Odonto antropología peruana*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC del Ministerio de la Presidencia. Lima, Perú.
- Van Wagenen, G., & Hurme, Y. (1956). Effects of testosterone propionate on permanent canine tooth eruption in the monkey (*Macaca mulatta*) *Proceeding of Society for Experimental Biology and Medicine*, 73 (2), 96 – 297.
- Viciano, J., López-Lázaro, S., & Alemán, I. (2013). Sex estimation based on deciduous and permanent dentition in a contemporary Spanish population. *American Journal of Physical Anthropology*, 152 (1), 31-43.
- Voorhies, M. (1969). Taphonomy and population dynamics of an early Pliocene fauna. Knox County. *Nebraska University of Wyoming contributions to geology. Special papers*, 1, 1-69.
- Wells, J. (2007). Sexual dimorphism of body composition. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 12 (3), 415-430.
- White, T., Black, M., & Folkens, P. (2012). *Human Osteology*. Londres, Inglaterra: Elsevier.
- Williams, R., & Elliot, J. (1990). *Bioquímica dental básica y aplicada*. México D F, Mexico: El manual moderno.
- Yadav, B., Angadi, P., & Yadav, S. (2019). Sex assessment efficacy of permanent maxillary first molar cusp dimensions in Indians. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6, 489-495.

- Zilberman, U., & Smith, P. (2001). Sex – and age – related differences in primary and secondary dentin formation. *Advances in Dental Research*, 42 (5), 154-42.
- Zorba, E., Moraitis, K., & Manolis, S. (2011). Sexual dimorphism in permanent teeth of modern Greeks. *Forensic Science International*, 210 (1-3), 74-81.
- Zoubov, A. (1997). El concepto de la Antropología Dental. Taller de peritación antropológica, Departamento de Antropología, Universidad Nacional, Bogotá.