

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA LEGAL, PSIQUIATRÍA Y PATOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

**Determinación de parámetros antropológicos
mandibulares de interés médico legal**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

DAVID ANTONIO CÁCERES MONLLOR

DIRECTORES

BERNARDO PEREA PÉREZ

ELENA LABAJO GONZÁLEZ

MADRID, 2019

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA LEGAL, PSIQUIATRÍA Y PATOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

**Determinación de parámetros antropológicos
mandibulares de interés médico-legal**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

DAVID ANTONIO CÁCERES MONLLOR

DIRECTORES

DR. D. BERNARDO PEREA PÉREZ

DRA. D^a. ELENA LABAJO GONZÁLEZ

MADRID, 2019



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña. DAVID ANTONIO CÁCERES MONLLOR,
estudiante en el Programa de Doctorado INVESTIGACIÓN CC MÉDICO -QUIRÚRGICAS,
de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de
Madrid, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y
titulada:

DETERMINACIÓN DE PARAMETROS ANTROPOLÓGICOS MANDIBULARES DE INTERÉS MÉDICO LEGAL

y dirigida por: DR. BERNARDO PEREA PÉREZ
DRA. ELENA LABAJO GONZÁLEZ

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Madrid, a de mayo de 20

CÁCERES
MONLLOR
DAVID ANTONIO
- 50320158E
Fdo.: _____

Firmado digitalmente
por CÁCERES
MONLLOR DAVID
ANTONIO - 50320158E
Fecha: 2019.05.08
08:36:00 +02'00'

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en
la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.

Todo llega, después de tantos sacrificios, el final del camino... o el primero de otro diferente. Desde mis comienzos en la carrera investigadora en el depto. de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente y en el Laboratorio Químico de Ensayos y Control de Calidad en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid allá por el año 2001 hasta mi incorporación en este 2019, como funcionario de carrera en la Administración General del Estado. Ha sido un recorrido difícil pero, sin lugar a dudas, ha valido la pena.

Tengo que agradecer a muchísima gente el depositar esta tesis y su defensa. Me disculpo si me olvido de alguien en particular, porque 18 años en esta vida investigadora tan apasionante, han dado para conocer muy diversas personalidades con sus fortalezas y debilidades. Sin lugar a dudas, de todos ellos he aprendido y sigo aprendiendo.

En primer lugar quisiera hacer mención a toda esa gente que, por circunstancias de la vida, se cruzaron en mi camino para luego proseguir por el suyo propio. Ellos y ellas influyeron tanto profesionalmente como personalmente apreciando toda su ayuda y virtudes.

A nivel institucional quisiera agradecer a la Dra. Alicia Larena Pellejero la oportunidad que me brindó para el inicio de mi carrera investigadora en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, al Dr. Eusebio Bernabéu Martínez, al personal docente e investigador del depto. de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, a su personal administración y servicios Francisco Díaz Muñoz, José Vicente Alonso y Víctor Manuel Díaz Lorente, que tanto me enseñaron en esos primeros años, y al primer equipo de investigación en el que participé.

Quisiera agradecer también mi paso por la Fundación Severo Ochoa y el Servicio de Proteómica del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa del CSIC. De su personal aprendí, lo que significa las palabras especialización en técnicas y profesionalidad.

Sin lugar a dudas, la etapa en el Instituto de Fermentaciones Industriales, posteriormente, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Alimentación marcó un punto de inflexión profesional pero, sobre todo, personal. Agradezco al grupo de las Dras. Marisi Recio, Mercedes Ramos y Lourdes Amigo el haberme acogido allá por el 2009. Muchos son los amigos que conservo de aquella etapa y muchos son los momentos únicos que he

compartido con ellos. No quisiera mencionar nombres porque seguro que de alguno me olvido. De esa gente excepcional me sorprende su pasión por la investigación y la excelencia en su carrera investigadora y docente. Fue la primera vez que aprecié el significado de "diamante en bruto". A lo largo de los años he tenido el orgullo de observar como esos diamantes se han convertido en verdaderas joyas, superando mis expectativas.

Y así en el 2011, llego a la Universidad Complutense de Madrid. Son más de 8 años en esta institución. Mi corazón siempre estará dividido entre la Universidad Autónoma de Madrid, "mi alma mater" y la Universidad Complutense, que tantas oportunidades me ha ofrecido. Agradezco mi paso por el Servicio de Proteómica de la Fundación Parque Científico de Madrid – Universidad Complutense en la Facultad de Farmacia. La experiencia de todo su equipo, la capacidad demostrada a nivel nacional e internacional y su inteligencia para la resolución problemas investigadores, están fuera de toda duda.

La Escuela de Medicina Legal en la Facultad de Medicina, me ha permitido la realización de mi sueño profesional, la obtención del grado de Doctor. Gracias Dres. Bernardo Perea y Elena Labajo por brindarme tal oportunidad, facilitarme los medios necesarios y haberme demostrado todo su apoyo, y al Dr. Eduardo Arroyo en sus tareas de tutor en esta tesis. Quisiera agradecer al depto. de Medicina Legal, Psiquiatría y Patología y a su Directora, la Dra. María José Anadón, todo el cariño y compañerismo recibido. La lista sería interminable porque en estos 5 años son muchas las colaboraciones, proyectos y aventuras vividas. Quiero agradecer igualmente, a todos esos estudiantes que he podido conocer y se han apasionado por la Antropología, especialmente a María, Valentina, Inés, Isabel y Javier. Lucía Huerta, ¡ánimo en la tesis!. Ellos son los que me enseñan a mí.

En el Máster de Nuevas Tecnologías de la Facultad de Odontología he conocido el significado de la palabra trabajo, el afán de superación y perfección, de un equipo formidable de grandes profesionales y alumnos, especialmente a las profesoras Irene García Martínez con quien colaboro muy estrechamente desde que entré por la puerta de Odontología, la Dra. María Paz Salido Rodríguez-Manzaneque, y a los técnicos Cristian Castaño y Elia Bas, su saber hacer; de ellos he aprendido mucho. Tengo el honor de pertenecer al grupo de investigación "Análisis de Técnicas, Material e Instrumental aplicado a la Odontología Digital y Procedimientos CAD/CAM" del prof. Pradíes. Espero seguir aportando mi trabajo y dedicación.

Mención aparte merecen las 2 personas que más han influido en mí en esta última etapa, los Dres. Enrique Dorado y Guillermo Pradíes. De los dos he aprendido el significado de las palabras vocación, entusiasmo y capacidad de trabajo; me han aconsejado y facilitado mis labores de investigación más allá de lo meramente profesional. De Enrique admiro su humildad, ganas de investigar y cultura general y científica. De Guillermo, su conocimiento, su mente innovadora, su capacidad de gestión y su visión de Universidad Pública. Espero algún día adquirir mínimamente alguna de sus cualidades, gracias.

No quisiera finalizar este apartado sin olvidarme de esa otra gente que ha contribuido a ser quien soy a nivel personal. A todo el Circuito Universitario de Campo a Través. He tenido la inmensa suerte de haber contribuido como delegado de cross por la Complutense y haber participado en el Campo de España Universitario también como atleta. Me ha permitido conocer gente con una capacidad de sacrificio por encima de la media, de todas las universidades madrileñas y dentro de la Complutense.

El Colegio y Asociación de Químicos e Ingenieros Químicos de Madrid me ha acogido como uno más. Grandes profesionales que, a parte de su vida profesional, trabajan desinteresadamente para favorecer el futuro de los nuevos químicos, se implican en nuevos proyectos de interés social y representan ese punto de reunión y debate al que asistir.

También quiero expresar mi agradecimiento con mi más profundo cariño, a los que han estado ahí desde siempre: a mis amigos de toda la vida: Belén Maroto, Sonia Macías, Antonio Mena y Coral Palomero. Son ellos los que mejor me conocen y me soportan. A Laura Sánchez, admiro su capacidad de lucha ante las adversidades, su resiliencia y su amistad por encima de todo. A Isabel Espinosa, juntos hemos sufrido su tesis y la mía, nos hemos apoyado mutuamente y hemos intercambiado consejos, alegrías y penas.

Y sobre todo, a mi familia, por ellos va mi tesis, a mis padres y hermanos que tanto me han visto sufrir por hacerla y que tanto han sufrido; a Loli, por todos esos viajes que no hemos podido hacer, esas vacaciones no disfrutadas, esa vida sacrificada anteponiendo mi carrera profesional a nuestra vida en común, gracias por tu apoyo, amor y generosidad.

"Hazlo o no lo hagas, pero no lo intentes"

[Yoda, Star Wars Episode V- The Empire Strikes Back, 1980]

A mis padres y hermanos

A Loli

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	25
2. SUMMARY	31
3. INTRODUCCIÓN.....	37
3.1. LOS MAXILARES.....	39
3.1.1. Maxilar	40
3.1.2. Mandíbula	40
3.2. GENERALIDADES DEL DIMORFISMO SEXUAL	42
3.3 SISTEMAS DE DETERMINACIÓN DEL DIMORFISMO SEXUAL EN HUESOS	43
3.3.1 Métodos morfológicos.....	43
3.3.2. Análisis métrico de medidas	44
3.4. DIGITALIZACIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ESCÁNERES	47
3.4.1. Escáneres más representativos y comparación de sus características técnicas	47
3.5. MÉTRICA MANDIBULAR EN EL DIMORFISMO SEXUAL	52
3.5.1. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnica clásica.....	53
3.5.2. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnica radiográfica no tomográficas	54
3.5.3. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnica tomográfica.....	54
3.5.4. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnicas tridimensionales	54
3.5.5. Revisión bibliográfica de publicaciones con otras técnicas.....	54
3.6. REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS	55

3.7. JUSTIFICACIÓN.....	56
4. HIPÓTESIS DE TRABAJO	59
5. OBJETIVOS	63
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	66
6.1. MATERIALES.....	68
6.1.1. Colecciones óseas de la Escuela de Medicina Legal	68
6.1.2. Criterios de inclusión y exclusión de las mandíbulas.....	68
6.1.3. Escáneres tridimensionales	69
6.1.4. Programas de procesamiento de modelos 3D.....	72
6.2. MÉTODOS	73
6.2.1. Medición en los modelos 3D mandibulares	73
6.2.2. Medición de variables lineales clásicas <i>in situ</i> en la mandíbula	78
6.3. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	79
6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS.....	90
6.4.1. Análisis estadístico de la medición de las variables clásicas en los modelos tridimensionales mediante el programa informático ARTEC	90
6.4.2. Análisis estadístico de la medición de superficies y volúmenes en los modelos tridimensionales	94
6.4.3. Análisis estadístico de la medición de las variables lineales clásicas <i>in situ</i> en mandíbula	94
6.4.4. Análisis estadístico de la medición de la masa mandibular.....	95
6.5. EVALUACIÓN DE SESGOS	96
6.5.1. Sesgo de selección	96
6.5.2. Sesgo de medición	96

6.5.3. Sesgo del investigador	97
6.6. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA MEDIANTE METODOLOGÍA PRISMA Y COMPARACIÓN DE DATOS	97
6.6.1. Búsqueda en WOS	99
6.6.2. Búsqueda en SCOPUS	100
6.6.3. Consulta en la base de datos de tesis doctorales (TESEO)	100
6.7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CON META-ANÁLISIS	101
7. RESULTADOS	103
7.1. DIGITALIZACIÓN DE LAS MANDÍBULA CON LOS 3 ESCÁNERES	105
7.2. MEDIDAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES EN LAS DOS COLECCIONES	105
7.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN	119
7.4. PRUEBA DE REPETIBILIDAD EN LA MEDIDA	120
7.4.1. Modelo de regresión en la medida	121
7.5. DIFERENCIAS EN LA LATERALIDAD DE LA MEDIDA	142
7.6. CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS Y MODELOS TRIDIMENSIONALES MEDIANTE ÁRBOLES DE DECISIONES	144
7.7. ANÁLISIS DISCRIMINANTE UNIVARIANTE	160
7.8. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	171
7.8.1 ACP de variables clásicas medidas en los modelos 3D	171
7.8.2. Ecuaciones discriminantes de las componentes principales de las variables clásicas lineales obtenidas mediante los modelos 3D	180
7.8.3. ACP de variables volumétricas	182

7.8.4. Ecuaciones discriminantes de las componentes principales volumétricas	190
7.8.5. ACP de las variables clásicas	195
7.8.6. Ecuaciones discriminantes de las componentes principales de las variables clásicas lineales obtenidas en el hueso	202
7.9. RESULTADOS DE CURVAS ROC PARA LAS VARIABLES LINEALES MEDIDAS MEDIANTE ESCÁNER	204
7.10. RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA MEDIANTE METODOLOGÍA PRISMA PARA SU DISCUSIÓN EN META-ANÁLISIS	206
7.11. RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE VARIABLES	208
8. DISCUSIÓN	209
8.1. PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE ESCANEADO	211
8.2. COMPARACIÓN DE LAS MEDIDAS LINEALES OBTENIDAS POR INSTRUMENTACIÓN CLÁSICA Y LAS OBTENIDAS POR LA METODOLOGÍA 3D	213
8.3. COMPARACIÓN DE MEDIDAS VOLUMÉTRICAS	222
8.4. COMPARACIÓN META-ANÁLITICA SISTEMÁTICA DE LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE TESIS CON RESPECTO A LOS DATOS OBTENIDOS EN LA BIBLIOGRAFÍA	223
8.5. COMPARACIÓN EN META-ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	245
8.6. CONSIDERACIONES SOBRE LA CLASIFICACIÓN POR ÁRBOLES DE DECISIÓN	270
8.7. CONSIDERACIONES SOBRE LAS ECUACIONES DISCRIMINANTES OBTENIDAS EN LA PRESENTE TESIS Y SU COMPARACIÓN CON DATOS BIBLIOGRÁFICOS	272

8.7.1. Comparación de las ecuaciones discriminantes univariadas de medidas clásicas lineales.....	272
8.7.2. Comparación de las ecuaciones discriminantes multivariantes.....	284
8.7.3. Consideraciones sobre ecuaciones discriminantes univariadas y multivariantes de variables volumétricas.....	290
8.8. CONSIDERACIONES SOBRE LAS CURVAS ROC OBTENIDAS EN LA PRESENTE TESIS Y SU COMPARACIÓN CON DATOS BIBLIOGRÁFICOS ..	290
8.9. CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS ECUACIONES DISCRIMINANTES	291
8.9.1. ACP y ecuación discriminante de variables clásicas obtenidas en los modelos 3D	292
8.9.2. ACP y ecuaciones discriminantes de variables volumétricas	293
8.10. CONSIDERACIONES SOBRE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....	294
8.11. LIMITACIONES A LA PRESENTE TESIS	295
8.12. NECESIDAD DE NORMALIZACIÓN	296
8.13. PERSPECTIVAS FUTURAS Y NUEVAS	299
8.12.1. Propuesta de normalización en la metodología y parámetros de medición	299
8.12.2. Propuestas de nuevas tecnologías.....	300
9. CONCLUSIONES.....	303
10. BIBLIOGRAFIA.....	309

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Neurocráneo y viscerocráneo con modificaciones.....	39
Fig. 2 Principales zonas de cráneo y mandíbula].....	40
Fig. 3 Digitalización tridimensional con las principales zonas mandibulares.	41
Fig. 4 Escala de dimorfismo sexual en función de la protuberancia mentoniana.	43
Fig. 5 Parámetros extraídos del manual de usuario del programa Osteoware.	52
Fig. 6 Escáner PICZA LPX-250 perteneciente a la Escuela de Medicina Legal.	69
Fig. 7 Escáner ARTEC Lite perteneciente a la Escuela de Medicina Legal.....	70
Fig. 8 Imagen del escáner PRITIFACE.	71
Fig. 9 Esquema de procesamiento para los 3 escáneres y modelos tridimensionales....	72
Fig. 10 Medida GNI.	73
Fig. 11 Medida HML.	73
Fig. 12 Medida TML.	74
Fig. 13 Medida GOG.	74
Fig. 14 Medida CDL.	74
Fig. 15 Medida MRL.	74
Fig. 16 Medida AC.	74
Fig. 17 Medida AP.....	74
Fig. 18 Medida PMPL.....	74
Fig. 19 Medida CC.	74
Fig. 20 Medida XRL.	75
Fig. 21 Determinación global del parámetro área y de la variable perímetro de la pieza.....	75
Fig. 22 Determinación volumen, área y perímetro del cóndilo derecho.....	76
Fig. 23 Modelo de codificación de las variables.....	76
Fig. 24 Comparación de 2 modelos obtenidos de la misma pieza.....	78
Fig. 25 Distribución del rango de dispersión de datos de medidas clásicas en modelos tridimensionales A.	106
Fig. 26 Distribución del rango de dispersión de datos de medidas clásicas en modelos tridimensionales B.	107
Fig. 27 Gráfica de regresión y ajuste entre las variables artHML_L1 y artHML_L2 para comprobar su repetibilidad..	125
Fig. 28 Árbol de 3 ramas para la variable meanXRL_R realizado con el algoritmo CHAID EXHAUSTIVO.	144
Fig. 29 Árbol de 2 ramas para la variable meanXRL_R realizado con el algoritmo CHAID EXHAUSTIVO..	145

Fig. 30 Gráfica de sedimentación.	172
Fig. 31 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las 2 primeras componentes principales.	175
Fig. 32 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales tercera y cuarta.	175
Fig. 33 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las dos últimas componentes principales.	176
Fig. 34 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.	176
Fig. 35 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes principales tercera y cuarta.	177
Fig. 36 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las dos últimas componentes.	178
Fig. 37 Gráfica de matriz de las componentes principales de las medidas clásicas en los modelos tridimensionales.	179
Fig. 38 Diagrama de dispersión en función de las componentes 1 y 3.	181
Fig. 39 Gráfica de sedimentación.	183
Fig. 40 Diagramas de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de sus 2 primeras componentes principales.	185
Fig. 41 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.	185
Fig. 42 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 3 componentes.	186
Fig. 43 Gráfica de sedimentación.	187
Fig. 44 Diagramas de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de sus 2 primeras componentes principales.	189
Fig. 45 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.	189
Fig. 46 Diagrama de dispersión en función de las componentes 1 y 2.	191
Fig. 47 Gráfica de sedimentación.	195
Fig. 48 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las 2 primeras componentes principales.	197
Fig. 49 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales tercera y cuarta.	197
Fig. 50 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales 5 y 6.	198

Fig. 51 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales 6 y 7.....	198
Fig. 52 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.....	199
Fig. 53 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes principales tercera y cuarta.....	199
Fig. 54 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes 5 y 6.....	200
Fig. 55 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes 6 y 7.....	200
Fig. 56 Gráfica de matriz de las componentes principales de las ACP de las variables clásicas.....	201
Fig. 57 Diagrama de dispersión en función de las componentes 1, 5 y 3.....	203
Fig. 58 Curva ROC de las medias de las variables lineales medidas mediante escáner facial.....	206
Fig. 59 Descripción del proceso de elección de estudios para el análisis meta-analítico.....	208
Fig. 60 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable GNI tanto en metodología 3D con medida clásica.....	213
Fig. 61 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable CDL tanto en metodología 3D con medida clásica. a.....	214
Fig. 62 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable GOG tanto en metodología 3D con medida clásica.....	215
Fig. 63 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable HML tanto en metodología 3D con medida clásica.....	216
Fig. 64 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable TML tanto en metodología 3D con medida clásica.....	217
Fig. 65 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable MRL tanto en metodología 3D con medida clásica.....	218
Fig. 66 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable AP tanto en metodología 3D con medida clásica.....	219
Fig. 67 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable PMPL tanto en metodología 3D con medida clásica.....	220
Fig. 68 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable THICK tanto en metodología 3D con medida clásica.....	221
Fig. 69 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable NECK tanto en metodología 3D con medida clásica.....	222

Fig. 70 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable GNI. 224

Fig. 71 Diferencia de medición de GNI según Tunis et al (2017), a); y del Río (2000), medición 25, b). 225

Fig. 72 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable HML..... 226

Fig. 73 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD BIMENTAL. 227

Fig. 74 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ANCHURA BICORONOIDE. 228

Fig. 75 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable CDL. 230

Fig. 76 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados para la variable ANCHURA MÍNIMA DE RAMA..... 232

Fig. 77 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA MÁXIMA DE RAMA (MRL). 234

Fig. 78 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ALTURA MÁXIMA DE RAMA DERECHA. 234

Fig. 79 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ALTURA MÁXIMA DE RAMA IZQUIERDA (XRL).. 236

Fig. 80 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MÁXIMA MANDIBULAR. 237

Fig. 81 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). 239

Fig. 82 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MANDIBULAR. 240

Fig. 83 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos para la variable ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO. 242

Fig. 84 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos para la variable LONGITUD MÁXIMA DEL CUERPO MANDIBULAR. 242

Fig. 85 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ALTURA CORONOIDE (AP)..... 243

Fig. 86 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos para la variable ÍNDICE MANDIBULAR. 244

Fig. 87 Funnel plot para la variable GNI.. 246

Fig. 88 Funnel plot para la variable CDL..... 247

Fig. 89 Funnel plot para la variable WRL..... 249

Fig. 90 Funnel plot para la variable GOG.. 250

Fig. 91 Funnels plot para la variable a) GNI; b) HML; c) CDL; d) WRL; e) MRL; f) XRL..
..... 268

Fig. 92 Funnels plot para la variable g) GOG; h) MLT; i) MAN; j) MMBL; k) AP..... 269

Fig. 93 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Anchura bicondilar (CDL)..... 273

Fig. 94 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Anchura bigoníaca (GOG). 274

Fig. 95 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Altura máxima mandibular (HML). 275

Fig. 96 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Altura máxima mandibular (XRL)..... 276

Fig. 97 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Altura de la barbilla (GNI). 277

Fig. 98 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Anchura de la rama mandibular (MRL)..... 279

Fig. 99 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para el Ángulo mandibular (MAN)..... 280

Fig. 100 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para el Altura coronoide (AP)..... 281

Fig. 101 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para el Grosor del cuerpo mandibular (TML)..... 282

Fig. 102 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Máxima longitud mandibular. 283

Fig. 103 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante multivariante en población actual entre 1964-2018..... 284

Fig. 104 Páginas 1 y 2 del formulario de inscripción de restos en el FDB..... 296

Fig. 105 Páginas 3 y 4 del formulario de inscripción de restos en el FDB..... 297

Fig. 106 Adquisición al aire libre de modelo 3D con Tablet Ipad Pro de un banco de parque público mediante **a)** el programa SFM y posterior fusión con Meshlab **b)**.. 300

Fig. 107 Imagen de mandíbula de la colección de la Escuela de Medicina Legal, tomada del vídeo realizado por la app Qlone..... 301

1. RESUMEN

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ANTROPOLÓGICOS MANDIBULARES DE INTERÉS MÉDICO LEGAL

Introducción

Se define como la Antropología Forense como aquella ciencia cuyo objetivo principal consiste en *"la identificación de personas vivas o personas a través de sus rasgos faciales o corporales o de sus restos óseos"* (Villalaín, 2000). En este sentido, el estudio del dimorfismo sexual ha sido un tema que ha preocupado desde sus inicios a todo antropólogo forense para la determinación del perfil biológico y la identificación de restos.

Se presenta en esta tesis el uso del método de medición volumétrica y métrica a partir de la digitalización de mandíbula seca, con el fin de proponer una nueva aproximación a la resolución del problema del dimorfismo sexual.

Se ha escogido la mandíbula porque representa una estructura sumamente resistente y, hasta la fecha, no se ha publicado ningún artículo al respecto que utilice la tecnología 3D específicamente en la misma.

Es la primera que se utiliza un escáner facial y técnicas meta-analíticas para la resolución del problema del dimorfismo sexual en hueso.

Hipótesis

La medición de distintos parámetros lineales clásicos y volumétricos en modelos digitales de mandíbula y su análisis estadístico permite evaluar el dimorfismo sexual en población contemporánea.

Objetivos

De acuerdo con la hipótesis anterior se plantean los siguientes objetivos:

- Desarrollar un nuevo método de escaneo de mandíbulas mediante un escáner facial.
- Determinar las variables a medir mediante búsqueda sistemática bibliográfica.
- Encontrar aquellas variables y ecuaciones que mejor discriminen entre ambos sexos.
- Comparar objetiva y sistemáticamente los resultados obtenidos con la bibliografía publicada hasta la fecha.
- Proponer una nueva vía de investigación y mejora de la técnica.

Resultados

Se ha digitalizado 140 mandíbulas, analizadas 137 variables de las cuales 44 eran variables volumétricas, 29 variables lineales medidas en los modelos 3D, 61 variables lineales medidas en hueso y 3 variables definidas por el peso de la mandíbula. Con ellas, mediante análisis estadístico se obtuvieron 282 árboles de decisión, 157 ecuaciones discriminantes univariantes (59 ecuaciones de variables lineales en modelos 3D, 41 de variables volumétricas y 57 de variables lineales medidas en el propio hueso), 2 ecuaciones discriminantes multivariantes, 3 ecuaciones discriminantes utilizando en análisis de componentes principales y 20 curvas ROC de variables lineales medidas en los modelos digitalizados. A su vez, tras la búsqueda sistemática y el meta-análisis se analizaron 1146 referencias bibliográficas.

En cuanto a las variables que proporcionaron los mejores porcentajes de correcta asignación se obtuvieron los siguientes resultados según el tratamiento estadístico utilizado:

- Árboles de decisión: altura de rama, superficie total mandibular y volumen total mandibular
- Ecuaciones discriminantes univariantes: altura del cuerpo, altura de rama y anchura de rama y superficie total mandibular.
- Ecuaciones multivariantes: se obtuvieron 3 ecuaciones con un porcentaje de acierto de 82,1% para las variables lineales medidas en el modelo digitalizado, 84,6% considerando las medidas clásicas medidas in situ en hueso y 78,5% utilizando las componentes principales.
- En cuanto a las curvas ROC, la longitud de la apófisis coronoides fue la que devolvió los mejores porcentajes de asignación.

Discusión

Tras la búsqueda sistemática y meta-análisis, que permitió una discusión objetiva y comparación de resultados de la presente tesis con los aportados por los diversos autores, no se encontraron publicaciones que utilizaran variables volumétricas obtenidas mediante el uso de escáneres.

Asimismo este análisis de resultados visibilizó una serie de problemas que dificultaban la comparación objetiva; entre ellos se situaba la propia definición de algunas variables por los propios autores como se demostró en la altura de la barbilla y la altura

coronoide y errores en la medición de la variable reflejados en el análisis de anchura bicondílea, anchura mínima de rama y anchura bigoníaca.

El análisis meta-analítico reflejó a su vez que todas las variables lineales eran dimórficas salvo el ángulo mandibular y la gran importancia del sesgo metodológico y de observador entre estudios. Cuando los resultados proporcionados por los diversos autores fueron subdivididos entre los diferentes orígenes poblacionales e incluyendo nuestros propios resultados se observó que no había diferencias significativas salvo para la variable altura de la barbilla.

Comparando los porcentajes de correcta asignación en cuanto a las ecuaciones discriminantes y curvas ROC obtenidas de la presente tesis con los hallados por los diversos autores, se observó que los resultados de asignación eran similares.

La búsqueda sistemática y meta-análisis reflejó la necesidad de una normalización para proporcionar medidas universales definiendo las variables, utilizando un método verificado en la digitalización y medida en los modelos 3D y en el que las características del escáner y del programa informático utilizado son esenciales.

Por ello, se plantea la realización de estudios intercomparativos bajo el amparo de EFSI y el consorcio VIRTOPSY.

Las nuevas tecnologías a base de dispositivos y escáneres móviles más baratos y el desarrollo de nuevas apps gratuitas, sin duda es el futuro y el presente de la técnica presentada en esta tesis.

Conclusiones

De acuerdo con los objetivos expuestos en la actual tesis doctoral y, a la hipótesis general de partida, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se ha desarrollado un nuevo método de digitalización de las mandíbulas mediante el escaneado facial.
- Se han obtenido ecuaciones discriminantes univariantes y multivariantes de variables lineales, volumétricas y de componentes principales.
- Los árboles de decisión proporcionaron altos porcentajes de correcta asignación.
- El análisis meta-analítico proporcionó una estrategia contundente, objetiva y sistemática de comparación de resultados bibliográficos con los obtenidos en la presente tesis al aumentar el número de individuos objetos de análisis.
- Se han propuestos nuevas líneas de investigación.

En respuesta a la hipótesis de trabajo inicial se expone, como conclusión final, que:

“Los parámetros lineales y volumétricos en modelos digitales de mandíbula adquiridos mediante escáner facial y, utilizando las técnicas estadísticas de análisis de componentes principales, ecuaciones discriminantes, árboles de decisiones y meta-análisis, permitió evaluar el dimorfismo sexual en una población contemporánea en proporciones equivalentes a las obtenidas mediante metodología clásica, si bien se hace necesario una correcta normalización de las medidas e investigación en nuevas tecnologías”

2. SUMMARY

DETERMINATION OF MANDIBULAR ANTHROPOLOGICAL PARAMETERS OF LEGAL MEDICAL INTEREST

Introduction

It is defined as Forensic Anthropology as that science whose main objective is "*the identification of living persons or people through their facial or body features or their skeletal remains*" (Villalain, 2000). In this sense, the study of sexual dimorphism has been a topic that has worried since its inception to every forensic anthropologist for the determination of the biological profile and the identification of remains.

It is presented in this thesis the use of the volumetric and metric measurement method from the digitalization of the dry mandible, in order to propose a new approach to the resolution of the problem of sexual dimorphism.

The jaw has been chosen because it represents a highly resistant structure and, to date, no article has been published on it that uses 3D technology specifically in it.

It is the first one that uses a facial scanner and meta-analytical techniques to solve the problem of sexual dimorphism in bone.

Hypothesis

The measurement of different classic and volumetric linear parameters in digital jaw models and their statistical analysis allows to evaluate the sexual dimorphism in A contemporary population.

Goals

In accordance with the previous hypothesis, the following objectives are stated:

- Develop a new method of jaw scanning using a facial scanner.
- Determine the variables to be measured by systematic bibliographic search.
- Find those variables and equations that best discriminate between both sexes.
- Objectively and systematically compare the results obtained with the bibliography published to date.
- Propose a new way of research and improvement of the technique.

Results

140 jaws were digitized, analyzed 137 variables of which 44 were volumetric variables, 29 linear variables measured in 3D models, 61 linear variables measured in bone and 3 variables defined by the weight of the jaw. With them, 282 decision trees were obtained through statistical analysis, 157 univariate discriminant equations (59 equations of linear variables in 3D models, 41 of volumetric variables and 57 linear variables measured in the bone itself), 2 multivariate discriminant equations, 3 equations discriminants using principal component analysis and 20 ROC curves of linear variables measured in the digitized models. At the same time, after the systematic search and meta-analysis, 1146 bibliographical references were analyzed.

Regarding the variables that provided the best percentages of correct allocation, the following results were obtained according to the statistical treatment used:

- Decision trees: branch height, total mandibular surface and total mandibular volume.
- Univariate discriminant equations: body height, branch height and branch width and the total mandibular surface.
- Multivariate equations: 3 equations were obtained with a percentage of success of 82.1% for the linear variables measured in the digitized model, 84.6% considering the classical measures measured in situ in bone and 78.5% using the principal components.
- Regarding the ROC curves, the length of the coronoid process was the one that returned the best allocation percentages.

Discussion

After the systematic search and meta-analysis, which allowed an objective discussion and comparison of the results of the present thesis with those contributed by the various authors, no publications were found that used volumetric variables obtained through the use of scanners.

This analysis of results also revealed a series of problems that made objective comparison difficult; among them the own definition of some variables was located by the authors themselves as it was demonstrated in the height of the chin and the coronoid height and errors in the measurement of the variable reflected in the analysis of bicondylar width, minimum width of branch and bigonial width.

The meta-analytical analysis in turn showed that all the linear variables were dimorphic except for the mandibular angle and the great importance of methodological and observer bias between studies. When the results provided by the different authors were subdivided among the different population origins and including our own results, it was observed that there were no significant differences except for the variable height of the chin.

Comparing the percentages of correct assignment in terms of the discriminant equations and ROC curves obtained from this thesis with those found by the various authors, it was observed that the allocation results were similar.

The systematic search and meta-analysis reflected the need for standardization to provide universal measurements defining the variables, using a verified method in digitization and measurement in 3D models in which the characteristics of the scanner and the computer program used are essential.

Therefore, it is proposed to carry out intercomparative studies under the aegis of EFSI and the VIRTOPSY consortium.

The new technologies based on cheaper mobile devices and scanners and the development of new free apps, without a doubt, is the future and the present of the technique presented in this thesis.

Conclusions

In accordance with the objectives set out in the current doctoral thesis and, to the general hypothesis of departure, the following conclusions are presented:

- New method of digitalization of the jaws has been developed by means of the facial scanning.
- Univariate and multivariate discriminant equations of linear, volumetric and principal component variables have been obtained.
- Decision trees provided high percentages of correct allocation.
- The meta-analytical analysis provided a forceful, objective and systematic strategy for comparing bibliographic results with those obtained in this thesis by increasing the number of individuals analyzed.
- New lines of research have been proposed.

In response to the initial work hypothesis, it is exposed, as a final conclusion, that:

“Linear and volumetric parameters in digital jaw models acquired by facial scanner and, using the statistical techniques of analysis of principal components, discriminant equations, decision trees and meta-analysis, allowed to evaluate the sexual dimorphism in a contemporary population in proportions equivalent to those obtained by classical methodology, although it is necessary a correct standardization of the measures and research in new technologies”

3. INTRODUCCIÓN

Se define como la Antropología Forense como aquella ciencia cuyo objetivo principal consiste en *"la identificación de personas vivas o personas a través de sus rasgos faciales o corporales o de sus restos óseos"* [1]. En este sentido, el estudio del dimorfismo sexual ha sido un tema que ha preocupado desde sus inicios a todo antropólogo forense para la determinación del perfil biológico y la identificación.

Sólo se conservan los huesos al sufrir los restos cadavéricos los distintos procesos tafonómicos de esqueletización. En este sentido se pierde información para la identificación del individuo y se hace necesario recurrir a las diversas estructuras óseas por su rápido acceso y relativo bajo coste que representa su estudio en contraposición con la investigación del DNA, que por otra parte, es la técnica más fiable, exacta, objetiva y precisa en la identificación definitiva.

La mandíbula es uno de los huesos más resistentes y se han recogido evidencias de que puede ser utilizado para la determinación del dimorfismo sexual [2], por lo que es esencial el desarrollo de una investigación profunda.

3.1. LOS MAXILARES

Los maxilares son los huesos que soportan los dientes. Comprenden 3 huesos: los 2 huesos maxilares superiores y la mandíbula. El cráneo es la estructura ósea más compleja en el cuerpo. Protege al cerebro, los órganos sensoriales y la parte craneal del sistema respiratorio y digestivo. El cráneo está dividido en neurocráneo (que alberga y protege el cerebro y los órganos sensoriales) y el viscerocráneo (que rodea las partes superiores de los tractos digestivos y respiratorios). Las mandíbulas contribuyen a la mayor parte del viscerocráneo comprendiendo cerca del 25% del cráneo.

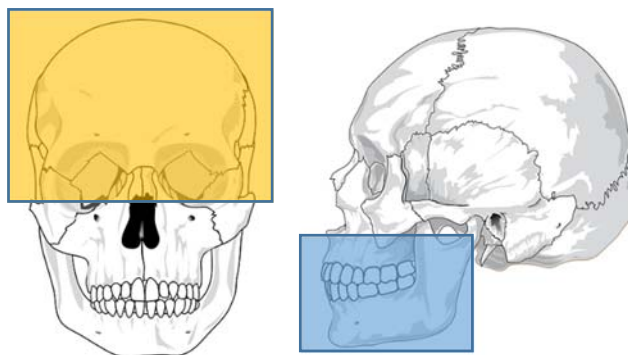


Fig. 1 Neurocráneo y viscerocráneo [3] con modificaciones. En azul se representa el viscerocráneo mientras que en marrón está representado el neurocráneo.

En la siguiente figura se nombran las principales zonas del cráneo y mandíbula.

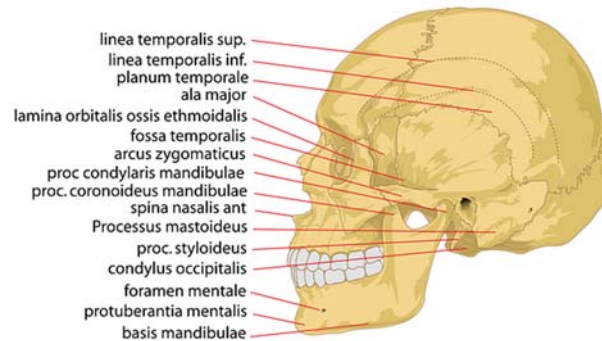


Fig. 2 Principales zonas de cráneo y mandíbula. [3]

3.1.1. Maxilar

El maxilar consiste en un cuerpo y 4 procesos: el frontal, zigomático, alveolar y palatino. El proceso palatino no puede ser visto desde la parte lateral del maxilar. La superficie anterolateral del maxilar (la superficie malar) forma el esqueleto de la parte anterior de la nuca. En la línea media, los procesos alveolares de los 2 maxilares se encuentran en la sutura intermaxilar desde donde divergen lateralmente para formar la abertura en la fosa nasal (apertura piriforme). En el borde inferior de la apertura piriforme, en la línea media se acuesta la proyección ósea que termina en la espina antero nasal. La superficie malar del cuerpo maxilar es cóncava y forma la fosa canina. En la parte superior, es continua con el plato orbital del maxilar y forma el suelo de la órbita. Anterior al plato orbital, el proceso frontal se extiende encima de la apertura piriforme para encontrarse con los huesos frontal y nasal. Por debajo el borde infraorbital descansa el foramen intra-orbital a través del cual se bifurca el nervio maxilar y la arteria infra-orbital. [4]

3.1.2. Mandíbula

La mandíbula está compuesta en un cuerpo central en forma de herradura (cuerpo) y 2 componentes verticales (ramas). Las ramas se unen al cuerpo en la parte posterior formando un ángulo obtuso. En el cuerpo de la mandíbula se albergan los dientes y sus procesos alveolares asociados. Antes del nacimiento, el cuerpo consiste en 2 mitades laterales que se encuentran en la línea media en una sínfisis. En vista lateral, cada lado de la línea media, cerca del margen inferior del cuerpo, se alberga una prominencia distintiva llamada tubérculo mental. Estos tubérculos constituyen la prominencia mental o barbilla. Por encima de la protuberancia mental se distingue una depresión poco profunda

terminada en la fosa incisiva. Detrás de esta fosa, la eminencia canina cubre la raíz de la fosa incisiva. A mitad de altura del cuerpo de la mandíbula, relacionado con los dientes premolares, se sitúa el foramen mental. Las ramas mentales de los nervios y arterias alveolares inferiores pasan a la cara a través del foramen. La posición más común del foramen mental está sobre una línea vertical que pasa a través del segundo premolar mandibular. Durante el primer y segundo año de vida, como consecuencia del desarrollo de la dirección de la apertura del foramen mental se altera desde la cara delantera hacia la cara hacia arriba y trasera. Muy raramente se puede encontrar múltiples forámenes mentales. El margen inferior del cuerpo mandibular se encuentra con la parte posterior de la rama en el ángulo de la mandíbula. Esta área es irregular siendo el sitio de inserción del músculo masetero y el ligamento estilomandibular. El alveolo forma el margen superior del cuerpo mandibular. La unión del alveolo y la rama está demarcada por una creta de hueso, la línea externa oblicua, que continua hacia abajo y delante a través del cuerpo de la mandíbula para terminar debajo del foramen mental. A medida que esta línea progresa hacia arriba, se convierte en el margen anterior de la rama y termina en la punta del proceso coronoide. Los procesos coronoides y condilares forman los 2 procesos del extremo superior de la rama. El proceso coronoide proporciona anclaje para el músculo temporal. El proceso condilar tiene un cuello que soporta una superficie articular, que se ajusta dentro de la fosa mandibular en el hueso temporal para formar una unión móvil sinovial (la unión temporomandibular). La concavidad entre los procesos coronoide y mandibular es llamada marca mandibular. [4]

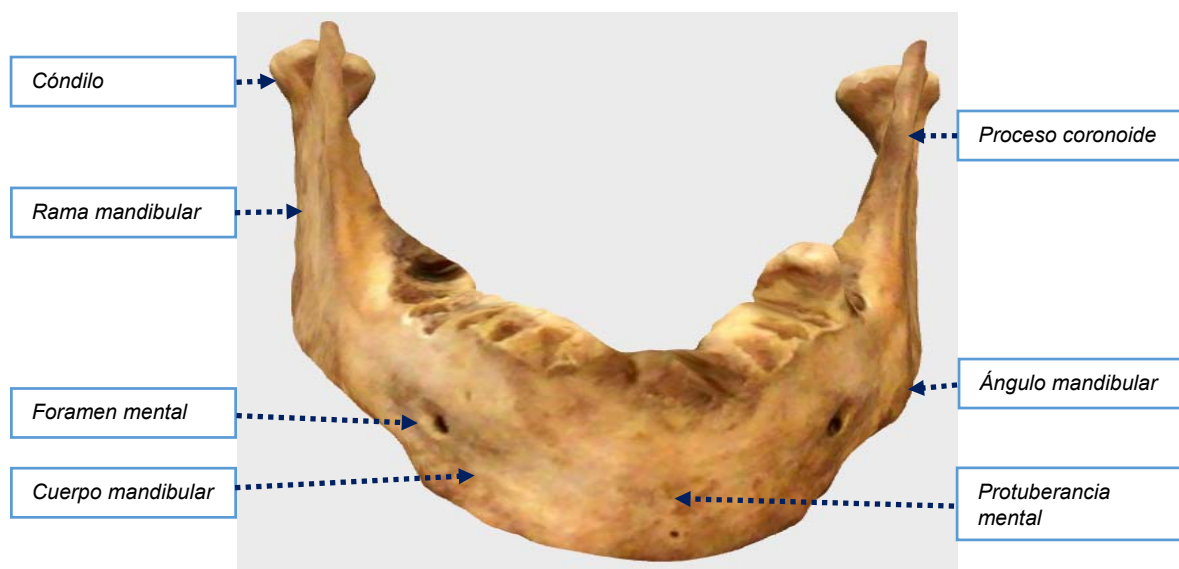


Fig. 3 Digitalización tridimensional con las principales zonas mandibulares.

3.2. GENERALIDADES DEL DIMORFISMO SEXUAL

El dimorfismo sexual es definido como el conjunto de características que permiten apreciar diferencias significativas entre hombres y mujeres tanto a nivel morfológico como métrico y fisiológico [5].

La importancia acerca de la estimación del dimorfismo sexual ha quedado patente en numerosas publicaciones y tesis doctorales.

Amores (2013) expuso que *“la determinación del sexo a partir de restos óseos ha sido uno de los temas que se han tratado desde muy antiguo, ya que es un aspecto muy importante en Arqueología, Antropología Física y Medicina Legal y Forense”*. También afirmó que es esencial para *“establecer no solo la composición sexual de grandes muestras, sino también para comparar el grado y los patrones de dimorfismo sexual en diferentes poblaciones”* [6].

Así Muñoz (2017) afirmó en su tesis doctoral que *“la estimación del sexo es el primer parámetro que debe estimarse pues el resto de características del perfil biológico son dependientes del mismo”* [7] También Ruiz-Mediavilla (2017) resalta su importancia en el ámbito de la Antropología Forense [8].

Está claro que el parámetro que identifica más significativamente a un individuo adulto es el sexo, por lo que debería ser el primer paso a determinar en cualquier ámbito médico-legal, sobre todo, en situaciones de víctimas múltiples.

Generalmente el hueso masculino es más largo, ancho, fuerte, rugoso y pesado que el femenino y con inserciones más marcadas aunque no es una regla absoluta [9].

Sin embargo, como expone Amores-Ampuero (2013) [6] el dimorfismo sexual es un parámetro que sigue vigente actualmente y no se ha llegado a resolver por completo. Son muchos los factores que pueden intervenir en la resolución del problema concreto. Por ejemplo:

- Estado del resto óseo encontrado: en la mayoría de los casos el hueso se presentará fragmentado o con procesos tafonómicos que han influido en el mismo.
- Lugar de enterramiento: fosas comunes, osarios dificultarán las tareas de identificación
- Características poblacionales geográficas que pueden influir significativamente en el dimorfismo.

- Factores ambientales de la población: medio de vida, actividad, dieta (muy importante en la dentición y mandíbula).
- Factores etarios: Se sabe que los restos óseos de individuos infanto-juveniles presentan mayores dificultades en discernir el sexo. Así mismo los caracteres masculino y femenino se homogenizan en hueso de individuos de edad avanzada.

3.3 SISTEMAS DE DETERMINACIÓN DEL DIMORFISMO SEXUAL EN HUESOS

Históricamente, dos han sido los métodos fundamentales para la determinación del dimorfismo sexual mediante la utilización de los distintos huesos:

- El diagnóstico basado en la morfología que presenta dichos huesos.
- El análisis métrico de ciertas medidas estandarizadas.

3.3.1 Métodos morfológicos

El diagnóstico morfológico mandibular, basado en ciertas características que presenta dicho hueso tales como, robustez y protuberancia o eminencia mentoniana [10] ha sido utilizado en conjunción con otros huesos tales como el cráneo o la pelvis. Esta protuberancia, en el que se inserta el músculo mentoniano, está más marcada en hombres que en mujeres.

En la siguiente figura se muestra la escala de determinación del dimorfismo sexual en función de dicha protuberancia mentoniana. [10]

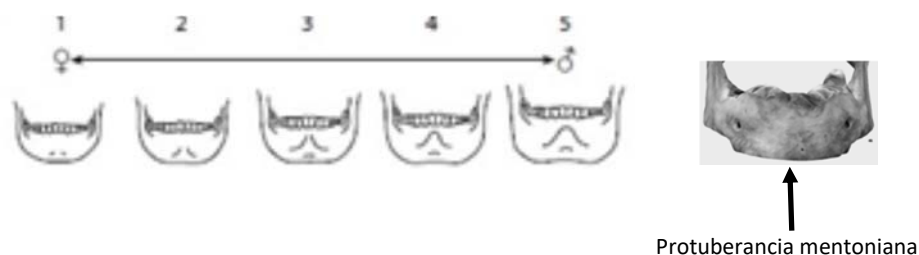


Fig. 4 Escala de dimorfismo sexual en función de la protuberancia mentoniana.

Otras variables morfológicas también influyen en el dimorfismo sexual como:

- La curvatura mandibular [11], [12].

- Rama ascendente que en el caso de individuos masculinos es más ancha y prolongada con una apófisis coronoides más desarrollada [13].

En la **Tabla 1** se muestra otra serie de parámetros morfológicos que pueden ayudar a evaluar el dimorfismo sexual a través de la mandíbula.

Tabla 1. Parámetros morfológicos mandibulares para la discriminación sexual.

Parámetro mandibular	Femenina	Masculina
Impresión total	Pequeña	Más fuerte
Mentón	Redondo, puntiagudo	Cuadrangular, prominente
Ángulo mandibular	Obtuso, llano	Escarpado, prominente
Eversión gonial	Ligera	Pronunciada
Margen inferior	Delgado	Grueso
Cuerpo mandibular	Delgado, llano	Grueso, rugoso y alto
Rama mandibular	Delgada y abierta	Gruesa, ancha y vertical
Escotadura sigmoidea	Profunda	Poco profunda
Proceso condilar	Pequeño	Más grande
Proceso coronoide	Delgado	Ancho
Arco dental	Parabólico	En forma de U
Dientes	Más pequeños	Más grandes, especialmente caninos

En esta tabla se presentan las características morfológicas mandibulares de dimorfismo sexual. (Extraído de [13]).

3.3.2. Análisis métrico de medidas

Existen dos grandes grupos de técnicas métricas:

- *Métodos tradicionales o clásicos lineales:* Se basan en la medición, en general lineal, y alguna medida angular, de distancias entre puntos específicos y normalizados localizados en la morfología ósea. Tales mediciones se realizan *in situ* en el propio hueso. La instrumentación básica que se emplea es el calibre, tabla osteométrica, mandibulómetro y cinta métrica clásica. En la bibliografía se recoge su metodología ([14], [15]).

- *Actuales sistemas de medición:* Requiere una instrumentación más compleja para adquisición de imágenes o modelos, el uso de programas informáticos específicos y una especialización más o menos avanzada del técnico encargado de la adquisición de las imágenes y/o modelos. Se dividirían a su vez en:

- *Métodos que permiten medir sólo las variables clásicas lineales en las imágenes o modelos.* Se pueden subdividir en:

- Radiometría digital [16]. Mediante la medición en archivos óseos radiológicos utilizando programas informáticos avanzados.
- Análisis morfométrico de fotografías digitales [17], [18]. Uno de los softwares más ampliamente utilizado es el ImageJ, Image 1.41 VDMi (ambos gratuitos) o el Adobe Photoshop ®. [19]

- *Técnicas volumétricas.* Permiten la medición además de las medidas lineales clásicas, medidas volumétricas o en 3 dimensiones. Obtienen digitalizaciones de modelos tridimensionales exportables a archivos compatibles con multitud de formatos posibilitando la realización de vídeos que pueden ser enviados electrónicamente y la impresión de dichos modelos. Se podrían destacar las siguientes:

- Tomografía computerizada
- Fotogrametría
- Digitalización 3D mediante escáneres.

3.3.2.1. Técnicas volumétricas

Se define el volumen como la magnitud escalar del espacio ocupado por un cuerpo. Existen diferentes métodos para calcular el volumen, pero aquellos que podrían utilizarse para los huesos serían los que pudieran aplicarse a morfología irregular. Bajo tales condiciones, uno de los métodos que puede aplicarse es el desplazamiento de fluido basado en el principio de Arquímedes, el cual establece que si un cuerpo es parcial o completamente sumergido en un fluido, este ejerce una fuerza hacia el cuerpo que es igual al peso del fluido desplazado por el objeto [20]. Cuando se introduce el hueso en una probeta graduada que contiene agua, el aumento del nivel del líquido haría posible determinar el volumen del objeto por sustracción. La desventaja consiste en que a causa de la porosidad del hueso, éste absorbe parte del agua, incrementando la inexactitud cuando se calcula el volumen y necesariamente habría que tener en cuenta ese volumen de agua absorbido por el hueso.

3.3.2.1.1. Tomografía computerizada

Según define Mirjana Djorojevic, la tomografía computerizada es una técnica radiológica que permite la reconstrucción de las estructuras anatómicas a partir de imágenes radiológicas [21]. Cada una de estas estructuras consiste en una superposición sucesiva de distintas secciones de espesor variable hasta completar el volumen total de la pieza.

Así, ya ha sido utilizada con éxito para la determinación del dimorfismo sexual en coxal [22] donde se comparó las medidas obtenidas en el hueso virtual con las medidas clásicas obtenidas en el hueso in situ. También ha sido utilizada la técnica en el estudio del fémur [23], [21].

Por su parte, en mandíbula destaca el trabajo de Ilgüy et al. [24].

3.3.2.1.2. Fotogrametría

Según recogen Sánchez Sobrino [25] la Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPR) define la fotogrametría como “*el arte, ciencia y tecnología para la obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno, a través de la grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos*”.

Expone, a su vez, una definición propia: “*la Fotogrametría es la ciencia que nos permite, a partir de fotografías ya sean aéreas o terrestres, obtener las medidas del objeto fotografiado*”.

La fotogrametría ya ha sido utilizada con éxito en numerosas aplicaciones, por ejemplo: arquitectónicas [26] y estructuras óseas [27] [28] [29].

Morch et Luengo propusieron una metodología fotogramétrica para su aplicación en paleoantropología [30]. Básicamente el proceso consiste en:

- Toma de fotografías y adquisición en formatos compatibles tipo jpg.
- Especificaciones para la rotación del objeto.
- Adición de fotos y separación de bloques Alineación y fusión de bloques
- Creación de nubes de puntos y
- Creación de malla.

La adición de fotos, alineación fusión y creaciones de nube de puntos y de malla requiere de programas informáticos específicos.

3.4. DIGITALIZACIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ESCÁNERES

La digitalización mediante la utilización de escáneres permite la medición de los volúmenes del hueso completo o zonas específicas del mismo. Los primeros trabajos publicados mediante la utilización de las técnicas 3D para el hallazgo de funciones discriminantes fue el trabajo de Sholts et al. [31] en cráneo. Posteriormente ha sido empleado por diversos autores para la discriminación sexual en otros huesos tales como: radio y astrágalo [32], clavícula [33].

En mandíbula no se conocen trabajo específicos mediante la utilización de esta técnica. Una subvariante de la técnica es la metodología llamada **morfometría geométrica** consiste en la obtención de parámetros cuantitativos morfológicos a partir de puntos representativos o landmarks localizados en los modelos 3D. Ha sido utilizado con éxito en el problema del dimorfismo sexual. [34]

3.4.1. Escáneres más representativos y comparación de sus características técnicas

Son muchos los escáneres que se pueden encontrar actualmente en el mercado. Ninguno de ellos es universal por lo que es especialmente importante elegir cada uno de ellos de acuerdo a las características técnicas de los mismos, precio y particularidades de las piezas a escanear.

Básicamente se pueden clasificar los tipos de escáneres 3D en dos tipos: [35].

- Escáneres 3D por contacto: mediante el empleo de un palpador se recorre el contorno de la pieza para obtener el volumen. El palpador posiciona en el espacio tridimensional cada punto del objeto con respecto a un origen máquina o MUNDO dando sus coordenadas absolutas X Y Z.
- Escáneres 3D sin contacto: en este caso no se mantiene un contacto con el objeto para generar el volumen. Se puede subdividir en los siguientes subgrupos:
 - **Activos:** el escáner emite una onda que es reflejada por el objeto que es recogida nuevamente por el escáner y analizada posteriormente. A este grupo pertenecerían los escáneres de tiempo de vuelo, escáneres de triangulación, escáneres de luz estructurada y escáneres de luz modulada.

- **Pasivos:** utilizan la radiación e impulsos ambientales. Entre ellos se hallan los escáneres de silueta, escáneres estereoscópicos y escáneres de fotogrametría.

En las **Tabla 2 y 3** se muestran una selección de escáneres SIN CONTACTO DE TIPO ACTIVO con sus características técnicas más importantes que se pueden encontrar hoy en día en el mercado. Algunos son de sobremesa, como el PICZA LPX – 250, pero la tendencia son los modelos portables para poder escanear las piezas en cualquier lugar y condición ambiental. Los precios varían desde los 185 euros como en el escáner CICLOP de uso eminentemente docente para usuario amateur hasta los 56900 euros del Handy Scan 700 de uso profesional. Algunos de ellos son especialmente transportables como el OCCIPITAL STRUCTURE SENSOR que puede ser fácilmente acoplable a un Ipad.

Se ha tratado de resumir las características de aquellos escáneres de uso general o con aplicaciones específicas en la práctica médico-legal y forense (como los escáneres de MANTIS VISION), obviando, por tanto, aquellos escáneres de uso restringido más restringido como pueden ser los intraorales utilizados en la práctica odontológica.

El contacto de las casas que comercializan los distintos modelos de escáner se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Datos de contacto de las casas comerciales que fabrican modelos de escáner 3D.

CASA COMERCIAL	PÁGINA WEB	TELÉFONO DE CONTACTO	REF. FICHA TÉCNICA
CREAMFORM	[36]	+34 910 602 312	[37]
ARTEC	[38]	+ 352 2 786-1074	[38]
ROLAND	[39]	949 727 2100 (800) 542 2307	[40,41]
BQ	[42]	+34 91 787 67 06	[43]
XYZ printing	[44]		[45]
3D SYSTEMS	[46]	+1 803.326.3930 +1 (678) 338 - 3480	[47]
OCCIPITAL	[48]		[49]
SCANIFY	[50]		[50]
SHINING 3D	[51]	+49 – 711 28444089	[52]
THOR3D	[53]		[54]
MANTIS VISION / LASERSCAN	[55] [56]	+34 692 103 432	[57]

Ref. Ficha Técnica: Referencias a la ficha técnica de cada uno de los escáneres.

Tabla 3. Características técnicas de los principales escáneres.

Casa comercial	Modelo	Precio	Dims. (mm)	Fuente luz	t scan	t proc	Res. (mm)	Prec. (mm)	Exact. vol.	Dist. enfoque (mm)	Prof. campo (mm)	Área scan (mm) / vol scan cm ³	Software	STL ?	Rango tam piezas	text ?
CREAMFORM	Escáner 3D de atención médica	< 20000 US dólares	96 x 140 x 258	Luz blanca (LED)	N.E	N.E	1	Hasta 0,500	0,500 mm/m	400	250	380 x 380	VXelements	SI	0,3 – 3,0 m	SI
CREAMFORM	GO!SCAN 20	< 20000 US dólares	154 x 178 x 235	Luz blanca (LED)	N.E	N.E	0,100	Hasta 0,100	0,300 mm/m	380	100	143 X 108	VXelements	SI	0,05 – 0,5 m	SI
CREAMFORM	GO!SCAN 50	< 20000 US dólares	150 x 171 x 251	Luz blanca (LED)	N.E	N.E	0,500		0,300 mm/m	400	250	380 X 380	VXelements	SI	0,3 – 3,0 m	SI
CREAMFORM	Handy scan 300	42900 eur.	77 x 122 x 294	3 cruces láser	N.E	N.E	0,100	0,020 mm + 0,100 mm/m	N.E.	300	250	225 x 250	VXelements	SI	0,1 – 4 m	N.E.
CREAMFORM	Handy scan 700	56900 eur.	77 x 122 x 294	7 cruces láser (+1 láser extra)	N.E	N.E	0,050	0,020 mm + 0,060 mm/m	N.E.	300	250	275 x 250	VXelements	SI	0,1 – 4 m	N.E.
ARTEC	Eva Lite	10713,5 eur	261,5 x 158,2 x 63,7	Bombilla tipo flash (sin láser)	1 min	3 min	0,5	0,1	N.E.	0,4 – 1 m	N.E.	Cercano: 214 – 148 Lejano: 536 x 371 61000 cm ³	Artec Studio	SI	N.E.	NO
ARTEC	Eva	13700 eur	261,5 x 158,2 x 63,7	Bombilla tipo flash (sin láser)	1 min	3 min	0,5	0,1	N.E.	0,4 – 1 m	N.E.	Cercano: 214 x 148 Lejano: 536 x 371 61000 cm ³	Artec Studio	SI	N.E.	SI
ARTEC	Space Spider	20700 eur	190 x 140 x 130	LED azul	N.E.	N.E.	0,1	N.E.	N.E.	0,2 – 0,3 m	N.E.	Cercano: 90 – 70 Lejano: 180 x 140 2000 cm ³	Artec Studio	SI	N.E.	SI
ARTEC	Leo	22700 eur	227 X 163 X 228	VCSEL	N.E.	N.E.	0,25	0,1	N.E.	0,35 – 1,2 m	N.E.	Cercano: 246 – 153 Lejano: 843 x 527 173000 cm ³	Artec Studio	Si	N.E.	SI

Tabla 3 (Continuación). Características técnicas de los principales escáneres.

Casa comercial	Modelo	Precio	Dims. (mm)	Fuente luz	T scan	T proc	Res. (mm)	Prec. (mm)	Exact. vol.	Dist. enfoque	Prof. campo (mm)	Área escaneado (mm) / vol escaneado	Software	STL ?	Rango tam. de piezas	Text ?
ROLAND	PICZA LPX – 250	N.E.	528 X 742 X 431	Láser long. onda 600 a 700 nm	Pieza 10 cm aprox 45 min	30 min	N.E.	0,2 – 0,4	N.E.	FIJA por el soporte	N.E.	0 a 325 mm altura, circunferencia 0 a 360 grados	Dr Picza3 / Pixform	SI	N.E.	NO
BQ	CICLOP	185, 88 eur	N.E.	4 láseres de 650 nm y 1 cámara	10 min aprox.	N.E.	0,3 0,5 mm	0,5 mm	N.E.	FIJA por el soporte	N.E.	N.E.	Horus	SI	20 cm	SI
XYZ PRINTING	3D XYZ printing	229 eur	41 x 157 x 61	Cámara Intel © RealSense e TM	N.E.	N.E.	1 – 2,5 mm	N.E.	N.E.	30 – 70 cm	640 x 480 a 30 FPS	Min: 5 cm x 5 cm x 5 cm Máx: 100 cm x 100 cm x 200 cm	Scan Handy	SI	N.E.	SI
3D SYSTEMS	SENSE TM 2	434,00 eur	178 X 129 X 33	Cámara Intel © 3D RealSense e SR 300 TM	N.E.	N.E.	0,9 – 1 mm	N.E.	N.E.	N.E.	640 X 480	Min: 0,2 m x 0,2 m x 0,2 m Máx: 2 m x 2 m x 2 m	3D Geomagic	SI	0,4 – 1,6 m	SI
OCCIPITAL	Structure Sensor	379-499 US dólar	119 x 28 x 29	Luz estructura da infrarroja	N.E.	N.E.	0,5? mm	0,5 mm a 40 cm – 30 mm a 3 m	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	SI
SCANIFY	FUEL 3D	1150 eur	255 x 245 x 35	Xenon Flash Led bulbs	30 segs	30 segs	0,35 mm	0,3 mm	N.E.	350 – 450 mm	N.E.	Aprox. 210 x 300 mm	N.E.	SI	SI	SI
SHINING 3D	EINSCAN-PRO (varios modelos)	3900 eur	246 x 260 x 65	Luz blanca estructura da	N.E.	N.E.	N.E.	0,05 – 3 mm (depende)	0,05 mm	0,2 -2 m	N.E.	210 X 150 mm	Einscan	SI	3 – 70 cm	SI
THOR3D	THOR3D	12600 eur	180 x 220 x 360	Luz estructura da	N.E.	N.E.	1 mm	N.E.	0,2 mm	110 cm	N.E.	(457 x 610) – (914 x 1220)	Thor3D suite	SI	50 cm - 10 m	SI

Tabla 3 (Continuación). Características técnicas de los principales escáneres.

Casa comercial	Modelo	Precio	Dims. (mm)	Fuente luz	t scan	t proc.	Res. (mm)	Prec. (mm)	Exact. vol.	Dist. Enfoq	Prof. campo	Área escaneado (mm) / vol. escaneado	Software	STL ?	Rango tam. de piezas	Text ?
MANTIS VISION / LASERSCAN	Pocket Scan	2900 eur	120 x 60 x 30	Láser clase 1	80 cm / s	N.E.	N.E.	0,2% de la medida.	N.E.	30 cm – 1m	N.E.	148 x 255 m (0,25 m) 595 x 1020 mm (1 m)	KaplaVision	No, pero sí ply	todos	SI
MANTIS VISION	F5 – SR (Short range)	29000 US dólares	16 x 46 x 167	Luz estructurada / video	N.E.	N.E.	0,25	0,05 mm	0,1 mm	N.E.	0,3 – 0,8 m	Cercano: 344 x 340 Lejano: 770 x 920	KaplaVision	SI	30 – 80 cm	NO
MANTIS VISION	F6 (con trípode grande)		32 x 12 x 4,5 más el trípode	Cámara	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0,1 %	4,5 – 0,5 m	N.E.	Cercano: 510 x 670 Lejano: 4585 x 6070	MV Echo	SI	N.E.	SI

Tabla extraída de [58] con modificaciones. **N.E.:** no especificado; **Dims. (mm):** dimensiones del escáner en milímetros. **Fuente luz:** fuente de luz utilizada por el escáner. **t scan:** tiempo de escaneado utilizado por el escáner para una pieza típica; **Res. (mm):** resolución en mm.; **Prec. (mm):** precisión del aparato en milímetros. **Exact. vol.:** Exactitud y exactitud volumétrica. En cada una de las fichas técnicas viene reflejada en distintas unidades de medida. **Dist. Enfoq.:** distancia de enfoque o distancia óptima entre el escáner y el objeto a digitalizar; **Área escaneado (mm) / vol. escaneado:** Área y volumen de escaneado. El área de escaneado viene reflejado en milímetros; **Software:** programa informático que utiliza cada uno de los escáneres para la digitalización; **STL?:** el archivo digitalizado puede ser exportable o no a un archivo stl universal útil para ser utilizado en sistemas de impresión 3D; **Rango tam. de piezas:** rango del tamaño de piezas que pueden ser digitalizadas por cada tipo de escáner. **Text?:** El escáner permite o no la captura la textura (colores y superficie) del objeto digitalizado.

3.5. MÉTRICA MANDIBULAR EN EL DIMORFISMO SEXUAL

En cuanto a la métrica habitual en mandíbula, ésta se refiere únicamente a medidas lineales y angulares clásicas. Hasta la fecha no se ha encontrado en la literatura medidas mandibulares volumétricas que expliquen el dimorfismo sexual.

Las medidas más habituales son las siguientes:

8a. Longitud del cuerpo: distancia entre el tubérculo mental al ángulo ipsilateral.

8b. Anchura del arco o también llamada anchura máxima de rama mandibular (MRL): máxima distancia entre los procesos coronoide y condilar (medida externa). Buikstra y Ubelaker con las modificaciones de Moore-Jansen [59] lo definen como: “*la distancia entre el punto más anterior de la rama de la mandíbula y una línea que conecta el punto más posterior del cóndilo y el ángulo de la mandíbula*”. [60]

8c. Longitud total: distancia entre el tubérculo mental y el cóndilo articular



Fig. 5 Parámetros extraídos del manual de usuario del programa Osteoware. [61]

Los Dres. Manuel Carrillo y Enrique Dorado establecen en 2013 un protocolo de Datos Antropométricos mandibulares englobado dentro de las recomendaciones en Antropología Forense de la Asociación Española de Antropología y Odontología Forense [62]. Recogen las siguientes medidas:

- **altura del mentón GNI:** distancia con el calibre entre el gnation y el infradental.
- **altura del cuerpo HMF:** distancia con el calibre entre el borde del proceso alveolar y el borde inferior de la mandíbula tomada perpendicularmente a la base a nivel del agujero mentoniano.
- **grosor del cuerpo mandibular TMF,** espesor máximo con el calibre del cuerpo mandibular a nivel del agujero mentoniano.
- **Anchura bigoníaca GOG:** distancia con el calibre entre ambos gonion.

- **Anchura bicondilar CDB:** distancia máxima con el calibre entre los bordes externos de los cóndilos.
- **Anchura mínima de la rama WRB:** distancia mínima tomada con el calibre entre los bordes anterior y posterior de la rama mandibular perpendicular a la altura máxima XRH.
- **Anchura máxima de la rama XRB:** distancia tomada con el calibre entre los puntos más anterior de la rama y la tangente que conecta el punto más posterior del cóndilo con el ángulo de la mandíbula.
- **Altura máxima de la rama XRH:** distancia desde el punto más superior del cóndilo hasta el gonion, tomada mediante el calibre o el mandibulómetro.
- **Longitud mandibular MLN:** distancia medida mediante el mandibulómetro entre el pogonion y el punto medio de la línea que une ambos gonion.
- **Ángulo mandibular MAN:** Ángulo formado por el borde inferior del cuerpo y el borde posterior de la rama, medido con el mandibulómetro.

Según el estado de la ciencia, los principales artículos publicados hasta la fecha que miden distancias en mandíbulas pueden dividirse según el tipo de técnica utilizada para realizar dicha medición.

3.5.1. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnica clásica

Destacan los trabajos de Sharma et al. [63] en una población india; Vinay et al. [64] también en población india, pero en este caso limitándose al ámbito del sur del subcontinente; Ogawa et al. [65] en población japonesa, Hu et al. [66] en coreanos, Rosique et al [67] quien estudió una población colombiana. López-Capp et al. [68] realizó sus mediciones en la ciudad brasileña de Guarulhos. Robinson et al. [69] estudió las colecciones Dart, Pretoria y Cape de sudafricanos sin identificar su ascendencia poblacional. Steyn et Iscan [70] en sudafricanos blancos mientras que Dayal et al. [71] por una parte y Franklin [2] por otra, lo hicieron en sudafricanos negros; Spradley et al. [72] en estadounidenses negros y blancos y, por último Giles [73] investigó en americanos blancos.

Aunque los términos “negro y blanco”, hoy en día están denostados por albergar un componente racista, se ha creído conveniente introducirlos en el texto por plasmar fielmente lo que reflejaba la publicación de procedencia. Hoy en día, estos términos deben ser evitados.

3.5.2. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnica radiográfica no tomográficas

En la mayoría de los casos se va a realizar a pacientes odontológicos y es por ello que la ortopantomografía es la opción utilizada por excelencia. Los trabajos más representativos son los siguientes: En población india, Kartheeki et al. [74], Sairam et al. [75] y Sambhana et al. [76]. Ishwarkumar et al. [77] indagó por su parte en la ciudad de Durban (Sudáfrica) sin identificar entre los diferentes orígenes. More et al. [78] utilizó la ortopantomografía aunque no especificó la procedencia de su muestra.

3.5.3. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnica tomográfica

La mayoría de los estudios recogen la técnica tomográfica computerizada convencional y la “cone beam computerized tomography” (CBCT). Destacan los trabajos de Deng et al. [79] en la provincia de Hubei en China central. Kharoshah et al. [80] mediante la técnica tomográfica convencional, obtuvo las mediciones en mandíbula en una población egipcia del El Cairo. Tunis et al. [81], en cambio, obtuvo resultados de una población israelita de Haifa. Gamba et al. [82], mediante CBCT, estudió a población brasileña, al igual que Ilgüy et al. [24] para descendientes europeos. La técnica de tomografía computerizada post-mortem, permitió a Kano [83] indagar sobre una población japonesa.

3.5.4. Revisión bibliográfica de publicaciones con técnicas tridimensionales

Son tres los estudios encontrados hasta la fecha: Dong et al. [84] en chinos Han, Hwang et al [85] en coreanos y Franklin et al. [86] en zulúes de la Colección Dart.

3.5.5. Revisión bibliográfica de publicaciones con otras técnicas.

Lin [87] utilizó la resonancia magnética en mandíbulas en coreanos y López et al [88], mediante el estabilizador, de invención propia, que aplicó en la ciudad de Guaruhlos.

Los datos de cada uno de los estudios presentados, sus resultados obtenidos, ecuaciones discriminantes y curvas ROC serán presentados en la discusión para la comparación con los datos experimentales obtenidos en la presente tesis.

3.6. REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS

Según recoge Higgins [89], una revisión sistemática intenta reunir toda la evidencia empírica que se ajuste a los criterios de elegibilidad predefinidos para responder a una pregunta de investigación específica. Se utiliza explícitamente, métodos sistemáticos que son seleccionados con vistas a minimizar el sesgo y, por tanto, proporcionando hallazgos de mayor confianza de los cuales puedan derivarse conclusiones y decisiones [90], [91]. Las características fundamentales de una revisión sistemática son:

- Un set de objetivos claros con criterios de elegibilidad predefinidos para los estudios.
- Una metodología explícita y reproducible
- Una búsqueda sistemática que intenta identificar todos los estudios que cumplen los criterios de elegibilidad.
- Una evaluación de la validez de los hallazgos de los estudios incluidos, por ejemplo a través de la evaluación del riesgo de sesgo; y
- Una presentación sistemática, una síntesis de las características y hallazgos de los estudios incluidos.

Muchas revisiones sistemáticas contienen meta-análisis. El meta-análisis es la utilización de métodos estadísticos para resumir los resultados de estudios independientes [92]. Combinando la información de todos los estudios relevantes, el meta-análisis puede proporcionar estimaciones más precisas de los efectos del cuidado de la salud que aquellos derivados de los estudios individuales incluidos dentro de una revisión. Además facilita la investigación de la consistencia de la evidencia entre estudios, y la exploración de las diferencias entre ellos.

El valor de un meta-análisis depende del contexto en el cuál se usa. Las razones por las cuales se debe considerar incluir un meta-análisis en una revisión son las siguientes:

- Incrementar el poder. El poder es la oportunidad de detección de un efecto real como estadísticamente significativo si existe. Muchos estudios individuales son demasiado pequeños para detectar efectos pequeños, pero cuando varios son combinados, hay una más alta oportunidad de detectar un efecto.
- Para mejorar la precisión. La estimación del efecto de una intervención puede ser mejorado cuando se basa en una mayor información.

- Para responder a preguntas no propuestas por los estudios individuales. Los estudios primarios a menudo engloban un tipo específico de pacientes y explícitamente intervenciones definidas. Una selección de estos estudios en los cuales estas características difieren pueden permitir la investigación de la consistencia del efecto y, si es relevante, proponer las razones para las diferencias en las estimaciones del efecto que es investigado.
- Para tomar decisiones de las controversias emergentes de estudios aparentemente en conflicto o para generar nuevas hipótesis. El análisis estadístico de los resultados permite la evaluación formal del grado de conflicto, explorar y cuantificar las causas de los diferentes estudios.

Por supuesto, el uso de métodos estadísticos no garantiza que los resultados de una revisión sean válidos más que si se utilizan en un estudio primario. Incluso, la estrategia estadística puede ser mal utilizada o interpretada.

3.7. JUSTIFICACIÓN

La Antropología Forense ha vuelto a retomar gran interés dentro de la opinión pública actual gracias a la Ley 52/2007 de la Memoria Histórica [93] y los nuevos esfuerzos del Gobierno español de darle el apoyo que verdaderamente se merece. En su exposición de motivos se cita textualmente: *“la Ley sienta las bases para que los poderes públicos lleven a cabo políticas públicas dirigidas al conocimiento de nuestra historia y al fomento de la memoria democrática”*. Continúa dicha exposición recogiendo *“diversos preceptos (arts. 11 a 14) que, atendiendo también a este ámbito una muy legítima demanda de no pocos ciudadanos, que ignoran el paradero de sus familiares, algunos aún en fosas comunes, prevén medidas e instrumentos para que las Administraciones públicas faciliten, a los interesados que lo soliciten, las tareas de localización y, en su caso, identificación de los desaparecidos, como una última prueba de respeto a ellos”*.

Así, según se establece específicamente en el artículo 11.1. de la presente Ley, *“las Administraciones Públicas, en el marco de sus competencias, facilitarán a los descendientes directos de las víctimas que así lo soliciten las actividades de indagación, localización e identificación de las personas desaparecidas violentamente durante la Guerra Civil o la represión política posterior y cuyo paradero se ignore...”*

Prueba de la verdadera actualidad de la presente Ley, tan controvertida en nuestro país, son las numerosas informaciones que aparecen en los respectivos medios de comunicación como puede ser:

- la publicación del anuncio de la reforma de la Ley de la Memoria Histórica por parte del Gobierno con fecha de 11/07/2018 en el diario ABC [94], el MUNDO en la misma fecha [95], LA GACETA. [96]
- o la noticia de la creación de una dirección general para impulsar la Memoria Histórica publicada el 29 de junio de 2018 en el diario EL PAÍS [97] donde aparece en fotografía ilustrada un grupo de antropólogos en pleno trabajo de una fosa común.

Tal es la importancia de la Memoria Histórica que una búsqueda realizada en Google el día 13 de julio de 2018 con el término “ley de la memoria histórica en España” reunió aproximadamente 534.000 resultados, de los cuáles aproximadamente 148.000 eran noticias. [98]

En la identificación de las víctimas encontradas enterramientos sujetos a la Ley de Memoria Histórica, en casos complejos en los que los métodos convencionales no ofrecen resultados y, en especial, en fosas comunes, esa identificación debe ser llevada a cabo con sumo cuidado y requiere la investigación, validación y verificación de nuevos sistemas de identificación forense.

Como se ha expuesto en la Introducción de la presente tesis, el sexo, junto con la edad constituyen los parámetros fundamentales de primera aproximación a la identificación de las víctimas. Se propone el uso del método de medición volumétrica y métrica a partir de la digitalización de hueso seco, con el fin de proponer una nueva aproximación a la resolución del problema del dimorfismo sexual.

La digitalización obtiene reconstrucciones fidedignas de los objetos y huesos escaneados en formatos electrónicos compatibles que permiten un almacenamiento seguro, rápido económico sin necesidad de requerimientos espaciales, así como el envío de dichos modelos a través de plataformas digitales y correos electrónicos. En el campo médico-legal, habilita la posibilidad de una exposición más clara de los objetos ante la Corte de Justicia en formatos tridimensionales que se pueden manejar en Sala, y la proyección de vídeos de los mismos.

Se ha escogido la mandíbula porque representa una estructura sumamente resistente y, hasta la fecha, no se ha publicado ningún artículo al respecto que utilice la tecnología 3D específicamente en la misma. Sin embargo, como se ha mencionado

anteriormente, son muchos los escáneres que pudieran ser utilizados y no todos son igualmente accesibles o útiles para la digitalización de la mandíbula debido a su forma tan irregular. Además, el manejo de los mismos no siempre es sencillo. Se han escogido 3 tipos de escáneres para comprobar su posible adecuación a una digitalización más o menos sencilla. Uno de ellos, es un escáner de última generación con aplicaciones en la obtención de perfiles faciales en pacientes odontológicos. Este escáner **nunca ha sido utilizado, hasta la fecha, en la resolución del problema del dimorfismo sexual en mandíbula**. Los resultados obtenidos serán tratados estadísticamente con herramientas ampliamente validadas como las ecuaciones discriminantes, y por otras que apenas han sido utilizadas en la discriminación sexual mediante mandíbula, tales como las curvas ROC o el análisis de componentes principales.

Por otra parte, se utilizarán **por primera vez técnicas meta-analíticas** en la discusión de los resultados obtenidos, para una comparación objetiva con los aportados por los diversos autores en la literatura existente encontrados en una búsqueda sistemática de los mismos. Como conclusión a la presente tesis se aportan ideas para nuevas vías de investigación en el campo de la métrica lineal y volumetría digital.

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La medición de distintos parámetros lineales clásicos y volumétricos en en modelos digitales de mandíbula y su análisis estadístico permite evaluar el dimorfismo sexual en población contemporánea.

5. OBJETIVOS

De acuerdo a la anterior hipótesis, se establecen los siguientes objetivos:

1. Desarrollar un nuevo método de escaneo de mandíbulas mediante un escáner facial de última generación y posterior ensamblaje de los escaneos para la conformación de los modelos tridimensionales.
2. Posteriormente, proceder a establecer una metodología informática útil para la medición de las variables en los modelos 3D.
3. Determinar las variables a medir mediante búsqueda sistemática bibliográfica.
4. Aportar una base de datos de medidas, volumétricas y clásicas mandibulares para su utilización en posteriores investigaciones forenses y médico-legales así como vídeos de cada uno de los modelos para su visualización en cualquier dispositivo electrónico.
5. Realizar pruebas de verificación de la metodología mediante análisis de repetibilidad, reproducibilidad y lateralidad de las medidas.
6. Encontrar aquellas variables y ecuaciones que mejor discriminen entre ambos sexos según criterios estadísticos y evaluar los resultados obtenidos mediante metodología clásica con respecto a la metodología volumétrica.
7. Comparar objetiva y sistemáticamente los resultados obtenidos con la bibliografía publicada hasta la fecha.
8. Localizar y evaluar las posibles fuentes de error y los parámetros internos y externos que puedan influir en todo el proceso e impidan una correcta normalización de los resultados.
9. Proponer una nueva vía de investigación y mejora de la técnica.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Se procede a presentar los materiales y los métodos utilizados:

MATERIALES

- **Colecciones óseas de la Escuela de Medicina Legal:** Material óseo de referencia utilizado para la validación de la hipótesis de trabajo.
- **Escáneres tridimensionales:** aquellos aparatos que permiten el escaneado de las piezas obteniendo modelos tridimensionales de las mismas para las medidas “clásicas” como medidas “volumétricas”.
- **Programas de procesamiento de imágenes y modelos:** dependiendo de la tipología del escáner, los programas utilizados y el tratamiento de los modelos post-escáner variarán.
- **Instrumentación para las medidas clásicas:** Permite la comparación de las mediciones a base de los modelos tridimensionales con las medidas clásicas directas sobre las piezas objeto de estudio.

MÉTODOS

- **Medición en mandíbulas:** A continuación se recoge la metodología empleada para la determinación de los parámetros osteométricos. A su vez, este subapartado está dividido en:
 - *Medición de variables lineales clásicas* en los modelos tridimensionales mediante el programa informático ARTEC.
 - *Medición de superficies y volúmenes* en los modelos tridimensionales.
 - *Medición de las discrepancias entre modelos* obtenidos en la misma mandíbula.
 - *Medición de variables lineales clásicas en las mandíbulas* para la validación de los resultados con las variables clásicas obtenidos en los modelos tridimensionales.
 - *Medición de la masa mandibular.*
- **Análisis estadístico de resultados:** para la determinación estadísticamente significativa del dimorfismo sexual y obtención de fórmulas discriminantes.
- **Búsqueda bibliográfica mediante metodología PRISMA:** para la comparación de los datos obtenidos en la actual tesis, realizar meta-análisis y discusión de resultados.

6.1. MATERIALES

6.1.1. Colecciones óseas de la Escuela de Medicina Legal

La muestra de estudio fue obtenida de 2 colecciones españolas contemporáneas de referencia, pertenecientes a la Escuela de Medicina Legal de Madrid. La primera, procedente del cementerio de Alcorcón (ALC) está compuesta de 109 individuos nacidos entre los años 1881 y 1973 en diferentes regiones españolas y muertos entre los años 1975 a 1985 (57 mujeres y 51 hombres, 1 indeterminado); mientras que la segunda colección, procedente del cementerio SUR de Madrid (ACC), está compuesta de 88 individuos nacidos entre los años 1941 a 1976 y fallecidos en 1996. De todos los individuos se recuperaron 143 mandíbulas (62 mujeres y 81 hombres).

Los detalles de las colecciones han sido descritos por Del Río [99] y Muñoz [7].

6.1.2. Criterios de inclusión y exclusión de las mandíbulas

A continuación se exponen los criterios de inclusión de las mandíbulas en el estudio o la exclusión de las mismas.

6.1.2.1. Criterios de inclusión

- Individuos adultos de 20 años en adelante pertenecientes a las dos colecciones de la Escuela de Medicina Legal.

6.1.2.2. Criterios de exclusión

- Individuos subadultos por debajo de la edad legal de 18 años.
- Mandíbulas donde se desconoce el sexo real del individuo.
- Mandíbulas no conservadas adecuadamente: rotas o fracturadas, con pérdida apreciable de densidad ósea y que presentan algún tipo de patología aparente.

6.1.3. Escáneres tridimensionales

Aquellos aparatos encargados de la digitalización de las mandíbulas para y cálculo de las medidas lineales y volumétricas mediante los correspondientes programas de procesamiento de imágenes. Han sido utilizados 3 tipos de escáneres.

6.1.3.1. Escáner PICZA 3D LPX-250 (ROLAND, Shizouka, Japón)

Consiste en un escáner 3D de dimensiones 528 x 431 x 742 mm con una plataforma giratoria en su interior, a la cual se accede por una puerta frontal. El espécimen a escanear se coloca en la plataforma y un láser de longitud de onda de 600 – 700 nm es proyectado desde el lado derecho. El programa que se utiliza con el escáner es Dr. Picza 3, en el que se pueden observar las diferentes orientaciones de la pieza. Dependiendo de la forma del hueso, se combinan los escáneres rotatorios (o escáneres donde la plataforma giratoria gira 360 °) con los escáneres de superficie de una cara de la pieza de abajo a arriba (se escanea específicamente una cara de la pieza) para obtener un modelo tridimensional de toda la pieza. En los escáneres de superficie de una cara, la plataforma donde se coloca el objeto, realiza un movimiento suave que sólo permite escanear la parte del objeto situado justo enfrente del láser. La distancia deseada entre puntos debe ser seleccionada dentro de la resolución que ofrece el escáner, que en este caso, varía entre 0,2 a 1 mm. A medida que la distancia se hace más pequeña, mejor será la resolución y más tiempo se necesitará para llevar a cabo el escaneo de la pieza.

A continuación se muestra una foto del equipo perteneciente a la Escuela de Medicina Legal de Madrid.



Fig. 6 Escáner PICZA LPX-250 perteneciente a la Escuela de Medicina Legal.

6.1.3.2. Escáner ARTEC EVA LITE (Luxemburgo)

Este escáner manual portátil permite la obtención de modelos tridimensionales de forma mucho más rápida que el escáner anterior. Para la adquisición de la imagen se necesita alrededor de 5 minutos.

Las especificaciones del aparato según el fabricante quedan reflejadas en la siguiente tabla. [100].

Tabla 4. Especificaciones del escáner ARTEC LITE según el fabricante.

Especificaciones generales	EVA
Resolución 3D	Hasta 0,5 mm
Precisión de punto 3D	Hasta 0,1 mm
Precisión 3d respecto de la distancia	Hasta 0,03% sobre 100 cm
Fuente de luz	Bombilla tipo flash (sin láser)
Distancia de trabajo	0,4 – 1 m
Área de escaneado, Alto x Ancho en el rango más cercano	214 x 148 mm
Área de escaneado, Alto x Ancho en el rango más alejado	536 x 371 mm
Campo de visión angular, Alto x ancho	30 x 21 °
Relación de fotogramas de video	16 fps
Tiempo de exposición	0,0002 s
Velocidad de obtención de datos	Hasta 2 000 000 puntos/s

A continuación se muestra una imagen del equipo:



Fig. 7 Escáner ARTEC Lite perteneciente a la Escuela de Medicina Legal.

6.1.3.3. Escáner facial tridimensional PRITIFACE (prிடidenta®GmbH, Leinfelden-Echterdingen, Alemania. [47])

El escáner facial prிடiface está principalmente diseñado para estudios odontológicos creando un retrato digital del paciente sujeto a diversos tratamientos. El dentista tiene una herramienta muy precisa para poder optar a elegir la decisión más correcta en un tratamiento. Actualmente se encuentra bajo prueba e investigación en proceso del inicio de comercialización del producto. Por medio de este escáner de luz estructurada es posible la captura de diversas imágenes 3D del paciente. Al mismo tiempo, otra cámara insertada en el equipo permite la obtención de imágenes foto-reales para grabar la expresión facial y los tonos de piel. El programa prிடi®imaging permite la fusión de todos los escaneos faciales al mismo tiempo que exporta un archivo stl del modelo tridimensional compatible con otros programas informáticos. Las especificaciones del aparato según el fabricante quedan reflejadas en la siguiente tabla. [57]

Tabla 5. Especificaciones del escáner PRITIFACE según el fabricante.

Especificaciones generales	PRITIFACE
Distancia mínima de escaneo	600 mm
Distancia máxima de escaneo	900 mm
Campo de medida	230 x 170 (min.) – 350 x 260 mm (max.)
Dimensiones	325 x 245 x 140 mm
Duración del escaneo	0,3 s

Por sus condiciones de escaneo el sistema PRITIFACE permite su adaptación al escaneo de restos óseos con fines médico-legales. El equipo fue proporcionado por el Máster Oficial de Odontología Restauradora Basada en las Nuevas Tecnología (código 2018-14800-023) (https://www.ucm.es/estudios/masterpropio-odontologia_restauradora_basada_en_las_nuevas_tecnologias_1, página web visitada el día 15 de Noviembre de 2018) dirigido por el Dr. Guillermo Pradés Ramiro. A continuación se muestra una imagen del equipo.



Fig. 8 Imagen del escáner PRITIFACE. [57]

6.1.4. Programas de procesamiento de modelos 3D

Todos los escáneres tridimensionales permiten la exportación de los archivos en formatos compatibles para ser utilizados por otros programas post-proceso, algunos de los cuales son de acceso abierto; un ejemplo de ellos es el programa Meshlab. En este caso, se ha utilizado el programa Artec Studio 9 versión 9.2 © para el procesamiento de las imágenes. Este programa permite utilizar una serie de herramientas para procesar los modelos tridimensionales. Dichas herramientas a utilizar variarán dependiendo de los modelos y de los escáneres utilizados. Así se expone el siguiente esquema para los 3 escáneres.



Fig. 9 Esquema de procesamiento para los 3 escáneres y modelos tridimensionales.

El programa ARTEC permite la medición de los parámetros lineales descritos por varios autores en la bibliografía. [60], [59] Se consigue así una determinación “a distancia” del parámetro clásico sin necesidad de disponer de la pieza física.

6.2. MÉTODOS

6.2.1. Medición en los modelos 3D mandibulares

Se han realizado las siguientes mediciones:

- Medición de variables lineales clásicas en los modelos 3D.
- Medición de superficies y volúmenes en los modelos tridimensionales.
- Medición de la discrepancia entre modelos 3D obtenidos a partir de la misma mandíbula.

El modelo es procesado y se obtiene los parámetros de acuerdo a cada tipo de escáner tal y como se ha expuesto en la **Fig. 9** *Esquema de procesamiento para los 3 escáneres y modelos tridimensionales*.

6.2.1.1. Medición de las variables clásicas en los modelos tridimensionales mediante el programa informático ARTEC

En las siguientes gráficas se expone un ejemplo de cada una de las mediciones llevadas a cabo en todas las piezas objeto de estudio.

En la **Tabla 9** con la definición de cada una de las variables lineales calculadas con el programa informático ARTEC.

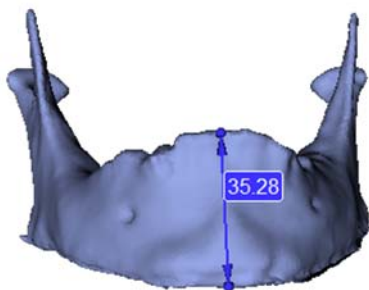


Fig. 10 Medida GNI.

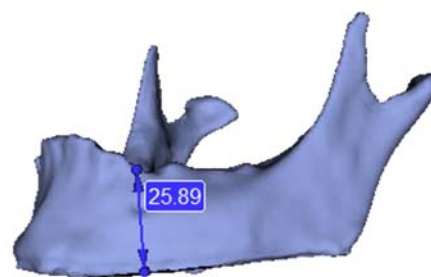


Fig. 11 Medida HML.



Fig. 12 Medida TML.

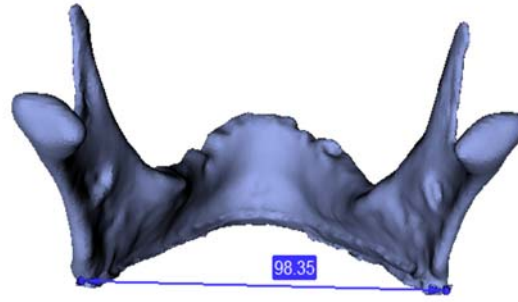


Fig. 13 Medida GOG.

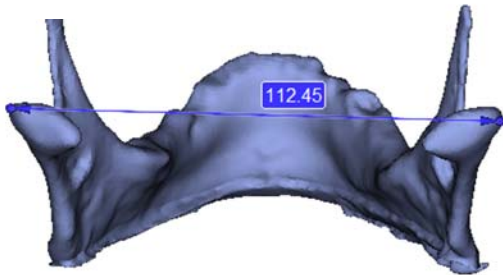


Fig. 14 Medida CDL.

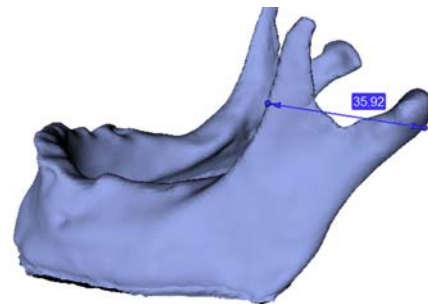


Fig. 15 Medida MRL.

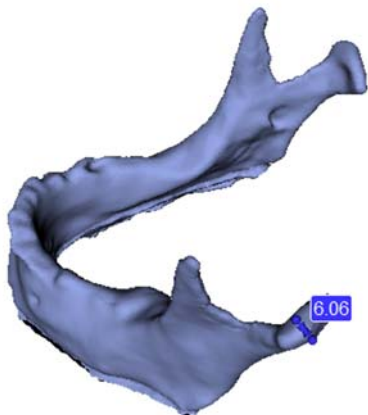


Fig. 16 Medida AC.

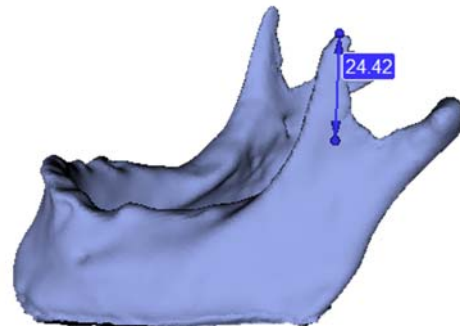


Fig. 17 Medida AP.

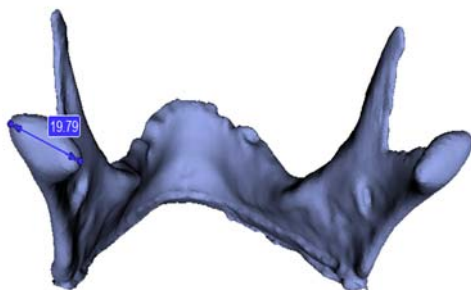


Fig. 18 Medida PMPL.

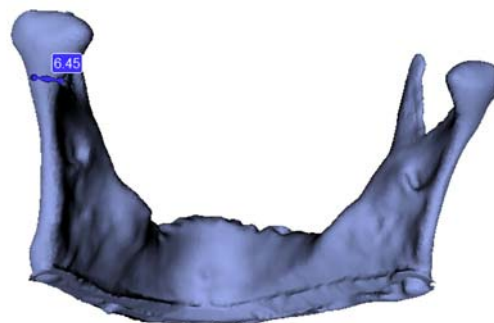


Fig. 19 Medida CC.

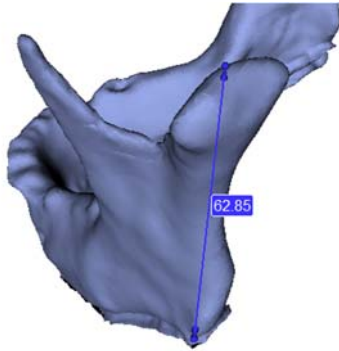


Fig. 20 Medida XRL

6.2.1.2. Medición de superficies y volúmenes en los modelos tridimensionales

Para cada modelo se han calculado las siguientes variables:

A continuación se muestra un ejemplo gráfico de cada una de las variables descritas anteriormente.

Tabla 6. Variables volumétricas en los modelos.

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Área global del modelo tridimensional	meshsquare	Área global superficial ocupada por el modelo tridimensional.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume	Volumen global ocupado por el modelo tridimensional.
Área del cóndilo	CONDclosedcontourarea mesh	Área ocupada por el cóndilo.
Perímetro del cóndilo	CONDclosedcontourperimeter mesh	Contorno descrito por el cóndilo.

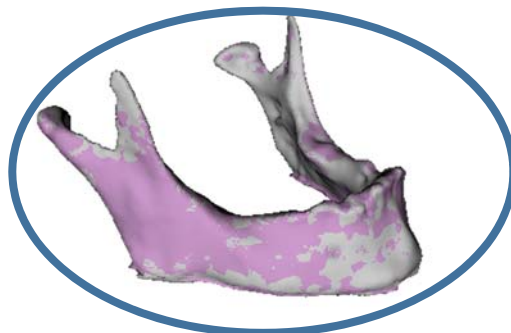


Fig. 21 Determinación global del parámetro área y de la variable perímetro de la pieza.

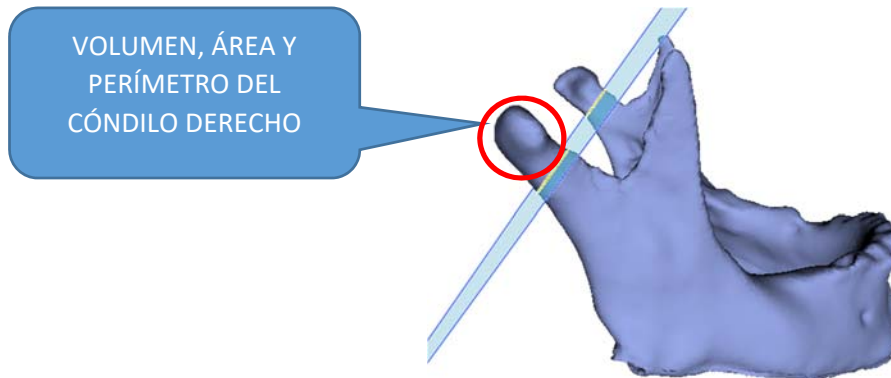


Fig. 22 Determinación volumen, área y perímetro del cóndilo derecho.

En algunos casos, se han realizado distintos modelos de la misma pieza por lo que, cada modelo reflejará sus variables específicas de área y volumen. Además cada mandíbula cuenta con 2 cóndilos, izquierdo y derecho, y se han creado variables específicas para cada uno de los cóndilos. Por último se ha medido por duplicado cada modelo y cóndilo obteniéndose otra serie de variables. En los 2 siguientes gráficos se muestra un modelo de codificación de las variables.

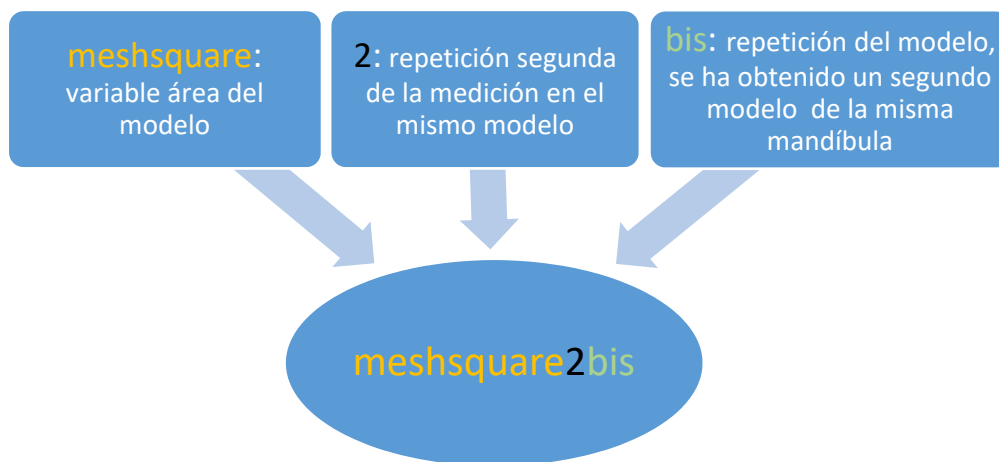


Fig. 23 Modelo de codificación de las variables.

Todas las variables de los modelos quedan pormenorizadamente descritas en la

6.2.1.3. Medición de la discrepancia entre modelos obtenidos en la misma mandíbula

Para observar las discrepancias entre los modelos obtenidos de una misma mandíbula y validar el método, se ha procedido a la superposición de dichos modelos mediante el programa ARTEC 3D STUDIO. El mapa de la comparación de dichos modelos ofrece además, las siguientes variables:

Tabla 7. Variables de comparación de los mapas superficiales de los modelos tridimensionales.

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Desviación del valor cuadrático medio	alignAB RMS	Desviación del valor cuadrático en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo B de la misma mandíbula.
Desviación de la media de la desviación absoluta	alignAB MAD	Desviación absoluta de la media en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo B de la misma mandíbula.
Desviación de la media de distancias marcadas	alignAB MSD	Desviación de la media de distancias marcadas en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo B de la misma mandíbula.

RMS: Se define como la raíz cuadrada de la media aritmética de los elementos al cuadrado.

$$\chi_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

Siendo x_i la media aritmética de los elementos en el punto i ; N el número de casos.

MAD: Se define como la desviación absoluta de la media y está descrita por la siguiente expresión matemática.

$$\chi_{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{A_i} - x_{B_i})}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_{A_i} - x_{B_i}|}$$

Siendo x_{A_i} la media aritmética del modelo A en el punto i ; x_{B_i} la media aritmética del modelo B en el punto i ; N el número de casos.

El mapa de superposiciones ofrece un mapa de colores donde se puede comprobar el ajuste de ambos modelos. Los colores verdes y amarillos representan un ajuste casi

perfecto entre los 2 modelos mientras que los colores rojos y azules muestran las mayores discrepancias entre ambos modelos por exceso o por defecto respectivamente.

La **Fig. 25** representa un ejemplo gráfico de superposición de 2 modelos obtenidos de la misma mandíbula.

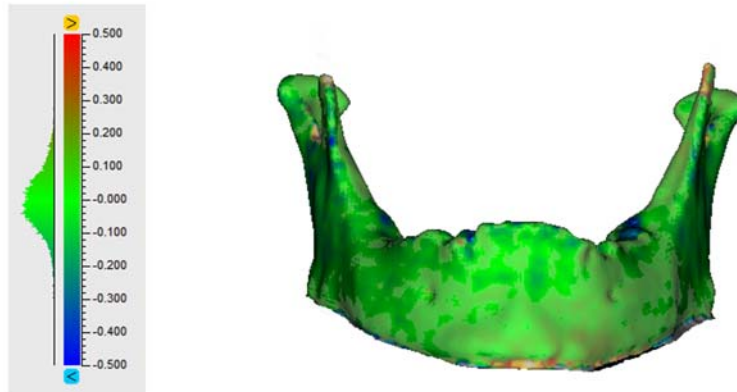


Fig. 24 Comparación de 2 modelos obtenidos de la misma pieza.

En algunos casos se ha repetido el modelo obteniendo así los modelos A y B, e incluso, se ha repetido una tercera vez, obteniendo el modelo C. Con ellos, se compararán A y B, A y C, y B y C en aquellos casos que cuenten con el número de repeticiones de modelo suficientes. Todas las variables de los modelos quedan pormenorizadamente descritas en la **Tabla 10. Parámetros volumétricos medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.**

6.2.2. Medición de variables lineales clásicas *in situ* en la mandíbula

Para la verificación de los resultados con las variables clásicas obtenidas en los modelos tridimensionales. Se ha utilizado la siguiente instrumentación para ello

- Medición de variables lineales clásicas en las mandíbulas para la verificación de los resultados con las variables clásicas obtenidos en los modelos tridimensionales.
- Medición de la masa mandibular.

6.2.2.1. Medición de variables clásicas en las mandíbulas

Para la medición de los parámetros lineales clásicos se utilizó:

- Calibre o pie de rey: Con este instrumento clásico se lleva a cabo todas las mediciones lineales directamente sobre el hueso de modo no destructivo. Su precisión es de 0,02 mm
- Mandibulómetro: Permite la medición de las variables ángulos sobre la mandíbula de modo no destructivo. Al mismo tiempo permite la medición de la longitud de la rama. Sus precisiones son de 1 mm para medidas lineales y 1° para angulares

6.2.2.2. Medición de la masa mandibular

Para la determinación de los pesos de la mandíbula se dispuso de la balanza electrónica LAICA KS1019 (Barbarano Vicentino, Italia) que admite un masa máxima de 5 kg con una precisión de 1 g.

6.3. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

En la siguiente tabla se muestra todas las variables objeto de investigación y las definiciones de cada una de ellas.

Tabla 8. *Parámetros medidos con la instrumentación clásica (calibre y mandibulómetro).*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Altura de la sínfisis	GNI	Distancia directa desde infradental a gnation. Infradental: Punto de la línea media en el extremo superior del septum entre los incisivos centrales mandibulares. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Altura de la sínfisis	GNI1B	GNI para el observador 1
Altura de la sínfisis	GNI2B	GNI para el observador 2
Altura de la sínfisis	GNI3B	GNI para el observador 3
Altura de la sínfisis	GNI4	GNI para el observador 4 (doctorando)
Altura del cuerpo mandibular	HML	Distancia directa desde infradental a gnation. Infradental: Punto de la línea media en el extremo superior del septum entre los incisivos centrales mandibulares. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Altura del cuerpo mandibular	HML1B	HML para el observador 1
Altura del cuerpo mandibular	HML2B	HML para el observador 2
Altura del cuerpo mandibular	HML3B	HML para el observador 3
Altura del cuerpo mandibular	HML4	HML para el observador 4 (doctorando)
Grosor del cuerpo	TML	Anchura máxima medida en la región del foramen mental perpendicular al eje del cuerpo mandibular. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Grosor del cuerpo	TML1B	TML para el observador 1
Grosor del cuerpo	TML2B	TML para el observador 2
Grosor del cuerpo	TML3B	TML para el observador 3
Grosor del cuerpo	TML4	TML para el observador 4 (doctorando)
Anchura bigonial	GOG	Distancia directa entre gonion derecho e izquierdo. Gonion: Un punto a lo largo de la esquina posterior redondeada de la mandíbula entre la rama y el cuerpo. Para determinar el punto, imagine que se extiende del borde posterior de la rama y el borde inferior del cuerpo a partir del ángulo obtuso. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Anchura bigonial	GOG1B	GOG para el observador 1
Anchura bigonial	GOG2B	GOG para el observador 2
Anchura bigonial	GOG3B	GOG para el observador 3
Anchura bigonial	GOG4	GOG para el observador 4 (doctorando)

Tabla 8 (continuación). *Parámetros medidos con la instrumentación clásica (calibre y mandibulómetro).*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Anchura bicondilar	CDL	Distancia directa entre los puntos más laterales en los cóndilos. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Anchura bicondilar	CDL1B	CDL para el observador 1
Anchura bicondilar	CDL2B	CDL para el observador 2
Anchura bicondilar	CDL3B	CDL para el observador 3
Anchura bicondilar	CDL4	CDL para el observador 4 (doctorando)
Anchura máxima de la rama	MRL	Distancia entre el punto más anterior de la rama mandibular y la línea que conecta el punto más posterior del cóndilo y el ángulo de la mandíbula. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Anchura máxima de la rama	MRL1B	MRL para el observador 1
Anchura máxima de la rama	MRL2B	MRL para el observador 2
Anchura máxima de la rama	MRL3B	MRL para el observador 3
Anchura máxima de la rama	MRL4	MRL para el observador 4 (doctorando)
Longitud mandibular	MLT	Distancia del margen anterior de la barbilla, de un punto central proyectada en línea recta a lo largo del borde posterior de los dos ángulos mandibulares.
Ángulo mandibular	MAN	Ángulo formado por el borde inferior del cuerpo y el borde posterior de la rama. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Ángulo mandibular	MAN1B	MAN para el observador 1
Ángulo mandibular	MAN2B	MAN para el observador 2
Ángulo mandibular	MAN3B	MAN para el observador 3
Ángulo mandibular	MAN4	MAN para el observador 4 (doctorando)
Ánchura del cóndilo transversal	AC	Distancia del polo anterior al polo posterior del cóndilo en el ecuador (zona más prominente). 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Ánchura del cóndilo transversal	AC1B	AC para el observador 1
Ánchura del cóndilo transversal	AC2B	AC para el observador 2
Ánchura del cóndilo transversal	AC3B	AC para el observador 3
Ánchura del cóndilo transversal	AC4	AC para el observador 4

Tabla 8 (continuación). *Parámetros medidos con la instrumentación clásica (calibre y mandibulómetro).*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Anchura del cóndilo transversal	AC	Distancia del polo anterior al polo posterior del cóndilo en el ecuador (zona más prominente). 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Anchura del cóndilo transversal	AC1B	AC para el observador 1
Anchura del cóndilo transversal	AC2B	AC para el observador 2
Anchura del cóndilo transversal	AC3B	AC para el observador 3
Anchura del cóndilo transversal	AC4	AC para el observador 4 (doctorando)
Altura de la apófisis coronoides	AP	Longitud desde la punta de la apófisis hasta la unión con la rama mandibular. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Altura de la apófisis coronoides	AP1B	AP para el observador 1
Altura de la apófisis coronoides	AP2B	AP para el observador 2
Altura de la apófisis coronoides	AP3B	AP para el observador 3
Altura de la apófisis coronoides	AP4	AP para el observador 4 (doctorando)
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	PM-PL	Distancia del polo medial al polo lateral del cóndilo en el ecuador (zona más prominente). 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	PM-PL1B	PM-PL para el observador 1
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	PM-PL2B	PM-PL para el observador 2
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	PM-PL3B	PM-PL para el observador 3
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	PM-PL4	PM-PL para el observador 4
Cuello del cóndilo	NECK	Anchura mínima del cuello mandibular. 3 observadores en equipo tomaron la medida.
Cuello del cóndilo	NECK1B	PM-PL para el observador 1
Cuello del cóndilo	NECK2B	PM-PL para el observador 2
Cuello del cóndilo	NECK3B	PM-PL para el observador 3
Cuello del cóndilo	NECK4	PM-PL para el observador 4 (doctorando)

Tabla 9. *Parámetros clásicos lineales medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Altura de la sínfisis	artGNI_1	Primera medida de GNI realizada por un observador.
Altura de la sínfisis	artGNI_2	Segunda medida de GNI realizada por el mismo observador que la primera medida.
Altura de la sínfisis	artRANGE GNI	Rango de datos para GNI.
Altura de la sínfisis	meanGNI	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de GNI.
Altura del cuerpo mandibular	artHML_L1	Primera medida de HML en el lado izquierdo realizada por un observador.
Altura del cuerpo mandibular	artHML_L2	Segunda medida de HML en el lado izquierdo realizada por el mismo observador que la primera medida.
Altura del cuerpo mandibular	artRANGE HML_L	Rango de datos para HML en el lado izquierdo.
Altura del cuerpo mandibular	meanHML_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de HML en el lado izquierdo.
Altura del cuerpo mandibular	artHML_R1	Primera medida de HML en el lado derecho realizada por un observador.
Altura del cuerpo mandibular	artHML_R2	Segunda medida de HML en el lado derecho realizada por el mismo observador que la primera medida.
Altura del cuerpo mandibular	artRANGE HML_R	Rango de datos para HML en el lado derecho.
Altura del cuerpo mandibular	meanHML_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de HML en el lado derecho.
Grosor del cuerpo	artTML_L1	Primera medida de TML en el lado izquierdo realizada por un observador.
Grosor del cuerpo	artTML_L2	Segunda medida de TML en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Grosor del cuerpo	artRANGE TML_L	Rango de datos para TML en el lado izquierdo.
Grosor del cuerpo	meanTML_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de HML en el lado izquierdo.
Grosor del cuerpo	artTML_R1	Primera medida de TML en el lado derecho realizada por un observador.
Grosor del cuerpo	artTML_R2	Segunda medida de TML en el lado derecho realizada por el mismo observador que la primera medida.
Grosor del cuerpo	artRANGE TML_R	Rango de datos para TML en el lado derecho.
Grosor del cuerpo	meanTML_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de TML en el lado derecho.
Anchura bigonial	artGOG_1	Primera medida de GOG realizada por un observador.
Anchura bigonial	artGOG_2	Segunda medida de GOG realizada por el mismo observador que la primera medida.
Anchura bigonial	artRANGE GOG	Rango de datos para GOG.
Anchura bigonial	meanGOG	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de GOG.

Tabla 9 (continuación). *Parámetros clásicos lineales medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Anchura bicondilar	artCDL_1	Primera medida de CDL realizada por un observador.
Anchura bicondilar	artCDL_2	Segunda medida de CDL realizada por el mismo observador que la primera medida.
Anchura bicondilar	artRANGE CDL	Rango de datos para CDL.
Anchura bicondilar	meanCDL	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de CDL.
Anchura máxima de la rama	artMRL_L1	Primera medida de MRL en el lado izquierdo realizada por un observador.
Anchura máxima de la rama	artMRL_L2	Segunda medida de MRL en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Anchura máxima de la rama	artRANGE MRL_L	Rango de datos para MRL en el lado izquierdo.
Anchura máxima de la rama	meanMRL_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de MRL en el lado izquierdo.
Anchura máxima de la rama	artMRL_R1	Primera medida de MRL en el lado derecho realizada por un observador.
Anchura máxima de la rama	artMRL_R2	Segunda medida de MRL en el lado derecho realizada por el mismo observador que la primera medida.
Anchura máxima de la rama	artRANGE MRL_R	Rango de datos para MRL en el lado derecho.
Anchura máxima de la rama	meanMRL_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de MRL en el lado derecho.
Anchura del cóndilo transversal	artTHICK_L1	Primera medida de AC en el lado izquierdo realizada por un observador.
Anchura del cóndilo transversal	artTHICK_L2	Segunda medida de AC en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Anchura del cóndilo transversal	artRANGE THICK_L	Rango de datos para AC en el lado izquierdo.
Anchura del cóndilo transversal	meanTHICK_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de AC en el lado izquierdo.
Anchura del cóndilo transversal	artTHICK_R1	Primera medida de AC en el lado derecho realizada por un observador.
Anchura del cóndilo transversal	artTHICK_R2	Segunda medida de AC en el lado derecho por el mismo observador que la primera medida.
Anchura del cóndilo transversal	artRANGE THICK_R	Rango de datos para AC en el lado derecho.
Anchura del cóndilo transversal	meanTHICK_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de AC en el lado derecho.

Tabla 9 (continuación). *Parámetros clásicos lineales medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Altura de la apófisis coronoides	artAP_L1	Primera medida de AP en el lado izquierdo realizada por un observador.
Altura de la apófisis coronoides	artAP_L2	Segunda medida de AP en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Altura de la apófisis coronoides	artRANGE_AP_L	Rango de datos para AP en el lado izquierdo.
Altura de la apófisis coronoides	meanAP_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de AP en el lado izquierdo.
Altura de la apófisis coronoides	artAP_R1	Primera medida de AP en el lado derecho realizada por un observador.
Altura de la apófisis coronoides	artAP_R2	Segunda medida de AP en el lado derecho por el mismo observador que la primera medida.
Altura de la apófisis coronoides	artRANGE AP_R	Rango de datos para AP en el lado derecho.
Altura de la apófisis coronoides	meanAP_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de AP en el lado derecho.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	artPM-PL_L1	Primera medida de PM-PL en el lado izquierdo realizada por un observador.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	artPM-PL_L2	Segunda medida de PM-PL en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	artRANGE PMPL_L	Rango de datos para PM-PL en el lado izquierdo.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	meanPMPL_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de PM-PL en el lado izquierdo.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	artPM-PL_R1	Primera medida de PM-PL en el lado derecho realizada por un observador.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	artPM-PL_R2	Segunda medida de PM-PL en el lado derecho por el mismo observador que la primera medida.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	artRANGE PMPL_R	Rango de datos para PM-PL en el lado derecho.
Cóndilo: distancia polo medial – polo lateral	meanPMPL_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de PM-PL en el lado derecho.
Cuello del cóndilo	artNECK_L1	Primera medida de CC en el lado izquierdo realizada por un observador.
Cuello del cóndilo	artNECK_L2	Segunda medida de CC en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Cuello del cóndilo	artRANGE NECK_L	Rango de datos para CC en el lado izquierdo.
Cuello del cóndilo	meanNECK_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de CC en el lado izquierdo.

Tabla 9 (continuación). *Parámetros clásicos lineales medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Cuello del cóndilo	artNECK_R1	Primera medida de CC en el lado derecho realizada por un observador.
Cuello del cóndilo	artNECK_R2	Segunda medida de CC en el lado derecho por el mismo observador que la primera medida.
Cuello del cóndilo	artRANGE NECK_R	Rango de datos para CC en el lado derecho.
Cuello del cóndilo	meanNECK_R	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de CC en el lado derecho.
Altura de la rama	artXRL_L1	Valor de la altura máxima de rama en el lado izquierdo realizada por un observador.
Altura de la rama	artXRL_L2	Segunda medida de XRL en el lado izquierdo por el mismo observador que la primera medida.
Altura de la rama	artRANGE XRL_L	Rango de datos para XRL en el lado izquierdo.
Altura de la rama	meanXRL_L	Media de los valores obtenidos entre la primera y segunda observación de XRL en el lado izquierdo.
Altura de la rama	artXRL_R1	Primera medida de XRL en el lado derecho realizada por un observador.
Altura de la rama	artXRL_R2	Segunda medida de XRL en el lado derecho por el mismo observador que la primera medida.
Altura de la rama	artRANGE XRL_R	Rango de datos para XRL en el lado derecho.
Altura de la rama	meanXRL_R	Primera medida de XRL en el lado derecho realizada por un observador.

Tabla 10. *Parámetros volumétricos medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Desviación del valor cuadrático medio	alignAB RMS	Desviación del valor cuadrático en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo B de la misma mandíbula.
Desviación de la media de la desviación absoluta	alignAB MAD	Desviación absoluta de la media en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo B de la misma mandíbula.
Desviación de la media de distancias marcadas	alignAB MSD	Desviación de la media de distancias marcadas en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo C de la misma mandíbula.
Desviación del valor cuadrático medio	alignAC RMS	Desviación del valor cuadrático en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo C de la misma mandíbula.
Desviación de la media de la desviación absoluta	alignAC MAD	Desviación absoluta de la media en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo C de la misma mandíbula.
Desviación de la media de distancias marcadas	alignAC MSD	Desviación de la media de distancias marcadas en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo A y el modelo C de la misma mandíbula.
Desviación del valor cuadrático medio	alignBC RMS	Desviación del valor cuadrático en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo B y el modelo C de la misma mandíbula.
Desviación de la media de la desviación absoluta	alignBC MAD	Desviación absoluta de la media en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo B y el modelo C de la misma mandíbula.
Desviación de la media de distancias marcadas	alignBC MSD	Desviación de la media de distancias marcadas en el mapa de diferencias de distancias superficiales del alineamiento entre el modelo B y el modelo C de la misma mandíbula.
Área global del modelo tridimensional	meshsquare1	Área global del modelo tridimensional, primera medida.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume1	Volumen global del modelo tridimensional, primera medida.
Área del cóndilo	C1areamesh1	Primera medida del contorno del área del cóndilo izquierdo.
Perímetro del cóndilo	C1perimetermesh1	Primera medida del contorno del perímetro del cóndilo izquierdo.
Área del cóndilo	C2areamesh1	Primera medida del contorno del área del cóndilo derecho.
Perímetro del cóndilo	C2perimetermesh1	Primera medida del contorno del perímetro del cóndilo derecho.

Tabla 10 (continuación). *Parámetros volumétricos medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Área global del modelo tridimensional	meshsquare2	Área global del modelo tridimensional, segunda medida.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume2	Volumen global del modelo tridimensional, segunda medida.
Área del cóndilo	C1areamesh2	Segunda medida del contorno del área del cóndilo izquierdo.
Perímetro del cóndilo	C1perimetermesh2	Segunda medida del contorno del perímetro del cóndilo izquierdo.
Área del cóndilo	C2areamesh2	Segunda medida del contorno del área del cóndilo derecho.
Perímetro del cóndilo	C2perimetermesh2	Segunda medida del contorno del perímetro del cóndilo derecho.
Área global del modelo tridimensional	meshsquare3	Área global del modelo tridimensional, tercera medida.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume3	Volumen global del modelo tridimensional, tercera medida.
Área del cóndilo	C1areamesh3	Tercera medida del contorno del área del cóndilo izquierdo.
Perímetro del cóndilo	C1perimetermesh3	Tercera medida del contorno del perímetro del cóndilo izquierdo.
Área del cóndilo	C2areamesh3	Tercera medida del contorno del área del cóndilo derecho.
Perímetro del cóndilo	C2perimetermesh3	Tercera medida del contorno del perímetro del cóndilo derecho.
Área global del modelo tridimensional	meshsquare1bis	Área global de la réplica del modelo tridimensional, primera medida.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume1bis	Volumen global de la réplica del modelo tridimensional, primera medida.
Área del cóndilo	C1areamesh1bis	Primera medida del contorno del área del cóndilo izquierdo de la réplica del modelo tridimensional.
Perímetro del cóndilo	C1perimetermesh1bis	Primera medida del contorno del perímetro del cóndilo izquierdo de la réplica del modelo tridimensional.
Área del cóndilo	C2areamesh1bis	Primera medida del contorno del área del cóndilo derecho de la réplica del modelo tridimensional.
Perímetro del cóndilo	C2perimetermesh1bis	Primera medida del contorno del perímetro del cóndilo derecho de la réplica del modelo tridimensional.

Tabla 10 (continuación). *Parámetros volumétricos medidos en modelos tridimensionales con el programa informático ARTEC 9.*

MEDIDA	CÓDIGO	DEFINICIÓN
Área global del modelo tridimensional	meshsquare2bis	Área global del modelo tridimensional, segunda medida de la réplica del modelo tridimensional.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume2bis	Volumen global del modelo tridimensional, segunda medida de la réplica del modelo tridimensional.
Área del cóndilo	C1areamesh2bis	Segunda medida del contorno del área del cóndilo izquierdo de la réplica del modelo tridimensional.
Perímetro del cóndilo	C1perimetermesh2bis	Segunda medida del contorno del perímetro del cóndilo izquierdo de la réplica del modelo tridimensional.
Área del cóndilo	C2areamesh2bis	Segunda medida del contorno del área del cóndilo derecho de la réplica del modelo tridimensional.
Perímetro del cóndilo	C2perimetermesh2bis	Segunda medida del contorno del perímetro del cóndilo derecho de la réplica del modelo tridimensional.
Área global del modelo tridimensional	meshsquare3bis	Área global de la réplica del modelo tridimensional, tercera medida.
Volumen global del modelo tridimensional	meshvolume3bis	Volumen global de la réplica del modelo tridimensional, tercera medida.
Área del cóndilo	C1areamesh3bis	Tercera medida del contorno del área del cóndilo izquierdo de la réplica del modelo tridimensional.
Perímetro del cóndilo	C1perimetermesh3bis	Tercera medida del contorno del perímetro del cóndilo izquierdo de la réplica del modelo tridimensional.
Área del cóndilo	C2areamesh3bis	Tercera medida del contorno del área del cóndilo derecho de la réplica del modelo tridimensional.
Perímetro del cóndilo	C2perimetermesh3bis	Tercera medida del contorno del perímetro del cóndilo derecho de la réplica del modelo tridimensional.

6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

Para cada una de las mediciones anteriormente expuestas se ha procedido a un análisis estadístico de las medidas obtenidas para cada uno de los parámetros. Para el análisis estadístico se ha utilizado el programa PASW Statistics 22 (IBM© SPSS Statistics).

6.4.1. Análisis estadístico de la medición de las variables clásicas en los modelos tridimensionales mediante el programa informático ARTEC

Una vez obtenidos los modelos tridimensionales y procedido al cálculo de las medidas clásicas se procedió al análisis estadístico de los resultados obtenidos de acuerdo a la siguiente metodología:

6.4.1.1. Obtención de los estadísticos descriptivos de las mediciones realizadas

Se ha procedido a describir los estadísticos descriptivos incluyendo: media, desviación estándar

6.4.1.2. Prueba de normalidad en la distribución de la población

Se procedió al estudio de la normalidad y homocedasticidad de la muestra mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Se realizó el estudio para la población general y segregado entre los dos sexos.

6.4.1.3. Prueba de la repetibilidad en la medida (error intraobservador)

Para determinar la repetibilidad del método se procedió a realizar las mediciones por segunda vez en el mismo modelo, bajo las mismas condiciones, en el mismo intervalo de tiempo. Posteriormente se procedió a realizar la medición, como mínimo, un mes más tarde para evitar sesgo de memoria.

El error debido a la adquisición de la imagen por el escáner, el procesamiento de las mismas y la obtención de los modelos tridimensionales fue determinado mediante un nuevo escaneado de al menos 100 piezas donde se volvieron a determinar los parámetros métricos.

Tanto para conocer la repetibilidad, se realizó una prueba t-student para muestras relacionadas en aquellas variables que cumplen el test de normalidad, que indica si existen diferencias significativas entre las medidas calculadas en los modelos.

También se procedió a evaluar si cada una de las variables concordaban con un modelo de regresión lineal simple como cabría esperar mediante la observación de los diferentes diagramas del modelo y el coeficiente de correlación lineal de Pearson para aquellas variables que cumplen el criterio de normalidad y el coeficiente de correlación de Spearman para aquellas variables que no cumplen con la distribución normal.

Los coeficientes de regresión B_0 y B_1 tienen el inconveniente de que sus valores dependen de las unidades, por este motivo también se calculó en el análisis de ANOVA los coeficientes estandarizados que no dependen de las unidades, lo que permite comparar dos coeficientes de regresión aunque se hayan calculado a partir de datos medidos en unidades distintas. En regresión múltiple (como en ANOVA) permite conocer qué variables tienen más peso en el modelo de regresión, la variable que tenga el coeficiente de regresión estandarizado mayor será la que más peso tendrá.

El cálculo del coeficiente de regresión estandarizado se puede calcular a partir de los resultados del modelo ajustado con los datos de las unidades originales mediante:

$$\beta_1 = b_1 \frac{S_x}{S_y}$$

S_x y S_y son las desviaciones típicas de las variables x e y respectivamente.

Para conocer la fuerza de asociación entre dos variables se ha utilizado el coeficiente de determinación R^2 que toma valor entre 0 y 1 y permite conocer si la asociación entre dos variables, en este caso, para la primera y las posteriores medidas, es fuerte o débil. Un valor 0 indica ausencia de relación lineal entre 2 variables, y un valor de 1 indica una relación lineal perfecta. Asimismo, multiplicado por 100 indica el porcentaje de las variaciones de la variable dependiente que explica el modelo, es decir, el coeficiente de determinación es la proporción de la variabilidad total que explica el modelo.

Por otra parte se realizaron modelos de regresión lineal y múltiple para observar si había relación entre las distintas variables.

En la prueba de contraste de hipótesis en regresión lineal simple, si existe asociación lineal, el coeficiente de regresión lineal debe ser significativamente distinto de 0.

Las hipótesis utilizadas son:

$$H_0 \quad B_1 = 0$$

$$H_1 \quad B_1 \neq 0$$

Con un $\alpha = 0,05$.

Para resolver el contraste de hipótesis se han utilizado dos tipos de pruebas: mediante la prueba de la F de Snedcor, aplicando el análisis de la varianza a la regresión o mediante un estadístico de contraste que se distribuye según una t de Student. Estas dos pruebas se utilizan tanto en regresión lineal simple como en múltiple.

6.4.1.4. Pruebas de determinación del dimorfismo sexual

Asímismo se realizó una prueba t-student para muestras independientes, con un nivel de significación 0,05, para comprobar si hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al dimorfismo sexual. Una vez confirmado que realmente existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos se procede a realizar el análisis discriminante que permite obtener una función de discriminación. Se han obtenido fórmulas para cada una de las variables discriminantes de sexo y también se ha realizado un estudio de inclusión por pasos que selecciona, teniendo en cuenta dichas variables, aquella combinación que ofrece el mejor porcentaje de correcta clasificación.

Para completar el presente estudio discriminante también se han obtenido árboles de clasificación, mediante los métodos de crecimiento CHAID, CHAID exhaustivo, CRT y QUEST con una validación cruzada de número de pliegues de la muestra de 10 con límites de crecimiento según el número de casos mínimos para el nodo padre de y el nodo hijo en función de la colección objeto de estudio y con un nivel de significación de 0,05 corregidos los valores de significación mediante el método de Bonferroni. Con ello se hallan los intervalos en los que se distribuye la muestra por sexos, para cada una de las variables.

6.4.1.5. Determinación de las componentes principales (ACP)

Para determinar si existe relación entre las variables conteniendo información equivalente y para reducir el número de las mismas sin perder información al respecto, se ha realizado un ACP con el programa estadístico Statgraphics Centurion 18, version 18.1.06 para 64 bits (Statgraphics Technologies, Inc 1982-2018).

Se define el ACP como aquel procedimiento diseñado para extraer k componentes principales de un conjunto de p variables cuantitativas X , es decir, es el conjunto de combinaciones lineales ortogonales de X que tienen la máxima varianza. [101] Mediante el ACP se obtiene variables incorreladas a partir de variables correladas.

Las opciones de componentes principales utilizó entrada de datos de observaciones con el tratamiento de datos faltantes el método de Listwise y extracción de componentes mediante un Eigenvalor mínimo de 1,0 y estandarización de resultados.

Para dilucidar si vale la pena extraer factores de los conjuntos de variables se ha procedido a realizar la prueba de factorabilidad mediante la Medición Kaiser-Meyer-Olkin para Muestreo Idóneo. También se realizó el test de Bartlett para esfericidad que prueba la hipótesis de que la matriz de correlación entre las variables es una matriz de identidad, lo que indica que no comparten una varianza común.

6.4.1.6. Ecuaciones discriminantes a partir de las ACP

Una vez halladas las componentes principales, se procede a realizar la gráfica de matriz de correlación mediante el programa STATGRAPHICS, entre todas las componentes en función del sexo, para comprobar visualmente cómo se comportan cada género en la distribución de los componentes. Posteriormente se procede a determinar las ecuaciones discriminantes de las componentes mediante stepwise con valores de inclusión de F de 4,0 al igual que el valor F de exclusión, con un número de pasos máximo de 50 ajustando la selección hacia delante con opciones de clasificación proporcional a las observadas.

6.4.1.7. Porcentaje de estimación del sexo mediante curvas ROC

Para la estimación del pocentaje de acierto en la determinación del sexo mediante curvas ROC se utilizó el programas estadístico SPSS incluyendo el valor de corte de punto de corte para la clasificación positiva, con el resultado más grande de la prueba indicando la prueba más positiva y con un supuesto de distribución no paramétrica a un nivel de confianza del 95% como parámetros para el error estándar del área. Tanto los valores perdidos del usuario como los valores perdidos del sistema fueron excluidos del análisis.

6.4.2. Análisis estadístico de la medición de superficies y volúmenes en los modelos tridimensionales

Se realizaron los siguientes tests estadísticos en las mismas condiciones que para el caso anterior:

- Prueba de normalidad en la distribución de la población
- Prueba en la repetibilidad en la medida
- Pruebas de determinación del dimorfismo sexual
- Determinación de las componentes principales
- Ecuaciones discriminantes a partir de laas componentes principales
- Curvas ROC

Además de los análisis anteriores se realizó la siguiente prueba:

6.4.2.1. Prueba de reproducibilidad

Para comprobar la robustez de método se ha procedido a obtener otra vez los modelos mandibulares al menos 2 semanas después de la obtención de los primeros modelos y comparar los resultados del primer y del segundo modelo mediante una prueba t de muestras relacionadas.

6.4.3. Análisis estadístico de la medición de las variables lineales clásicas *in situ* en mandíbula

Para la comparación y la verificación de los resultados con las variables clásicas obtenidas con los modelos tridimensionales.

Se ha procedido a realizar los siguientes análisis estadísticos de acuerdo con la metodología anterior:

- Prueba de normalidad en la distribución de la población
- Pruebas de determinación del dimorfismo sexual
- Determinación de las componentes principales
- Ecuaciones discriminantes a partir de laas componentes principales
- Curvas ROC

6.4.3.1. Prueba de reproducibilidad

4 investigadores diferentes realizaron mediciones in situ sobre el hueso mandibular. Los resultados obtenidos por cada uno de ellos fueron comparados mediante un análisis ANOVA para averiguar si existían diferencias significativas entre ellos. El investigador 4 es el que suscribe la presente tesis.

6.4.4. Análisis estadístico de la medición de la masa mandibular

El estudio tuvo lugar durante 9 meses comprendidos entre septiembre de 2015 y mayo de 2016. Para su realización del mismo se pesaron:

- 110 mandíbulas procedentes de la colección osteológica ALC divididas en 52 varones y 58 mujeres.
- 86 mandíbulas de la colección ACC compuesta por 63 varones y 23 mujeres.

6.4.4.1. Prueba de normalidad

Se procedió al estudio de la normalidad y homocestaticidad de la muestra mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de histogramas.

6.4.4.2. Pruebas de repetibilidad y reproducibilidad

Un observador realizó la pesada de todas las mandíbulas. Para poder establecer el error intraobservador, posteriormente, volvió a repetir las medidas de 40 piezas. Esta última medida fue realizada un mes después para evitar sesgo de memoria. Para poder calcular el error interobservador, un segundo investigador repitió la medida de esos mismos 40 mandíbulas independientes en doble ciego.

Tanto para conocer el error interobservador como el intraobservador, se realizó una prueba t-student para muestras relacionadas para observar si existen diferencias significativas entre las medidas calculadas.

6.4.4.3. Pruebas de determinación del dimorfismo sexual

Asímismo se realizó una prueba t-student para muestras independientes, con un nivel de significación 0,05, para comprobar si hay diferencias estadísticamente

significativas en cuanto al dimorfismo sexual. Una vez confirmado que realmente existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos se procede a realizar el análisis discriminante para obtener una función de discriminación debido a la magnitud calculada de la masa del individuo. Se han obtenido fórmulas para cada una de las variables discriminantes de sexo y también se ha realizado un estudio de inclusión por pasos que selecciona, teniendo en cuenta dichas variables, aquella combinación que ofrece el mejor porcentaje de correcta clasificación. Para completar el presente estudio discriminante también se han obtenido árboles de clasificación, mediante los métodos de crecimiento CHAID, CHAID exhaustivo, CRT y QUEST con una validación cruzada de número de pliegues de la muestra de 10 con límites de crecimiento según el número de casos mínimos para el nodo padre de y el nodo hijo en función de la colección objeto de estudio y con un nivel de significación de 0,05 corregidos los valores de significación mediante el método de Bonferroni. Con ello se hallan los intervalos en los que se distribuye la muestra por sexos, para cada una de las variables.

6.5. EVALUACIÓN DE SEGOS

Se detallan a continuación las medidas efectuadas para la introducción de sesgos en el estudio.

6.5.1. Sesgo de selección

Se ha realizado la investigación en sujetos provenientes de la misma población, localizada en la Comunidad de Madrid. Ambas colecciones, ALC y ACC han sido consideradas como una única colección evitando el sesgo por edad que pudiera producirse entre ambas y el posible sesgo por sexo debido al mayor número de individuos de un sexo con respecto al otro al aumentar el tamaño muestral.

6.5.2. Sesgo de medición

Se ha evaluado el posible sesgo por medición analizando la repetibilidad de las medidas en el análisis digital (mediciones 3D y lineales en los modelos escaneados) tal y como se ha descrito en el apartado de prueba de repetibilidad de la medida. También se ha realizado un análisis de repetibilidad para la investigación del dimorfismo sexual en función del peso de la mandíbula.

Como se ha comentado en sus respectivos apartados, ha sido posible la evaluación de la reproducibilidad de las medidas lineales mediante la metodología con instrumentación clásica así como en la medición de los peso de las mandíbulas de los individuos. Mediante la evaluación de la repetibilidad y la reproducibilidad de las medidas, es posible determinar con precisión el posible sesgo por medición.

6.5.3. Sesgo del investigador

En todas las mediciones ninguno de los investigadores ha conocido el sexo del individuo antes de la realización de las medidas.

- En el análisis volumétrico así como para las medidas lineales en los modelos 3D se ha realizado un estudio simple ciego.
- El análisis de las medidas lineales mediante instrumentación clásica se ha llevado a cabo un estudio cuádruple ciego (los 4 observadores).
- Mientras que para la evaluación del sesgo en el análisis de los pesos se ha realizado un doble ciego (dos observadores).

6.6. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA MEDIANTE METODOLOGÍA PRISMA Y COMPARACIÓN DE DATOS

Es necesario seguir un esquema objetivo a la hora de sistematizar la revisión de la bibliografía existente y un posterior estudio meta-analítico mediante la extensión PRISMA-NMA [102]. Dicha metodología se fundamenta principalmente en la comprobación de una lista de ítems a la hora de elegir los trabajos a incluir en la revisión y posterior análisis. Aunque todos los puntos a tener en cuenta son importantes, los relacionados con los criterios de elegibilidad, fuentes de información, búsqueda, selección de estudios, proceso de recopilación de datos e ítems de los datos son fundamentales en la toma de decisión de la inclusión o exclusión de un estudio. A continuación se expone los puntos fundamentales en metodología seguida en la búsqueda y recopilación de datos según la extensión de la declaración PRISMA [102] y la Colaboración Cochrane. [89]

Item 4. Objetivos

Se proponen explícitamente las siguientes 3 preguntas PICO las cuales concuerdan en parte con los objetivos expuestos en la tesis. El meta-análisis estará enfocado a la respuesta de la misma. Las mismas responden a un criterio amplio de

actuación evitando a propósito la subdivisión en grupos para obtener una respuesta global sobre el problema planteado.

Primera pregunta

¿Las mediciones lineales de mandíbulas completas, llevadas a cabo con distintas metodologías (clásicas, por medio de modelos 3D o CBCT) son capaces de discriminar entre géneros significativamente, en población general adulta sana de cualquier ascendencia étnica de edad contemporánea?.

Segunda pregunta

¿Las mediciones volumétricas y superficiales de mandíbulas completas y cóndilos, llevadas a cabo con distintas metodologías por medio de modelos 3D obtenidos de escáneres o CBCT son capaces de discriminar significativamente entre géneros, en población general adulta sana de cualquier ascendencia étnica de edad contemporánea?.

Tercera pregunta

¿Permite este meta-análisis, un control de calidad de los resultados obtenidos por los diferentes autores en función de las desviaciones observadas con respecto al comportamiento general, peso del estudio particular en el análisis global y amplitud de rango de medidas expresado como desviación estándar?.

Cuarta pregunta

¿Este estudio meta-analítico, bajo la metodología empleada, es capaz de predecir el comportamiento en cuanto a discriminación sexual de futuras poblaciones no incluidas en el análisis y proponer un valor de probabilidad para los estudios que sí están incluidos?.

Item 6. Criterio de elegibilidad.

Sólo han sido considerados trabajos ya publicados en cualquier idioma, y sin ninguna restricción en cuanto al año de publicación, en revistas indexadas en JCR desechándose artículos en revisión o pendientes de aprobación. También han sido

descartado aquellos trabajos que no aportaban información sobre la desviación estándar de las medidas objeto del estudio meta-analítico o cuyo objetivo fuera la comparación entre población enferma o sana; la población incluida en todos los estudios no presentaba patologías aparentes. No se han establecido criterios de exclusión en base a la edad, metodología aplicada en la determinación de los parámetros, ascendencia étnica u origen geográfico.

Item 7. Fuentes de información.

Se ha realizado la búsqueda a través de dos plataformas, Web of Science (WOS) y Scopus incluidos dentro de la página web de los recursos científicos de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT). [103]

La FECYT gestiona las licencias de estas dos principales bases de datos de referencias bibliográficas, WOS, propiedad de Clarivate Analytics y Scopus, propiedad de Elsevier. Tienen acceso a estos recursos las Universidades, Organismos Públicos de Investigación, Centros Tecnológicos, Parques Científicos, Servicios de Investigación Agraria, y Administración Pública de I + D.

6.6.1. Búsqueda en WOS

Se ha realizado 2 búsquedas en la versión [V.5.29] con los siguientes parámetros:

Tabla 11. *Parámetros de búsqueda en WOS.*

Busqueda	Palabra Clave	Período de tiempo	Idioma	Bases de datos incluidas en la búsqueda
1	mandible	Todos los años	Auto	Todas
2	mandible AND sex AND determination	Todos los años	Auto	Todas

6.6.2. Búsqueda en SCOPUS

Se realizaron 2 búsquedas para el campo “*tema*” con los siguientes parámetros:

Búsqueda 1

(TITLE-ABS-KEY (*sexual*) AND TITLE-ABS-KEY (*dimorphism*) AND TITLE-ABS-KEY (*mandible*) OR TITLE-ABS-KEY (*jaw*) AND TITLE-ABS-KEY (*scanner*))

Búsqueda 2

(TITLE-ABS-KEY (*sexual*) AND TITLE-ABS-KEY (*dimorphism*) AND TITLE-ABS-KEY (*mandible*) AND TITLE-ABS-KEY (*3d*))

También se realizó una búsqueda para el campo “*all fields*” con los siguientes parámetros:

Búsqueda 3

(ALL (*sexual*) AND ALL (*dimorphism*) AND ALL (*mandible*) AND ALL (*3d*))

6.6.3. Consulta en la base de datos de tesis doctorales (TESEO)

Continuando la búsqueda de datos y estudios para realizar el análisis meta-analítico y de acuerdo a los criterios PRISMA de revisiones sistemáticas se ha procedido a realizar una Consulta en la Base de datos de Tesis Doctorales Españolas (TESEO) perteneciente al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [104]. Los parámetros de búsqueda quedan reflejados en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Parámetros de búsqueda en la base de datos TESEO.

Título	Autor	NIF/NIE/Pasaporte	Universidad	Curso
Volumetría	Todos	Todos	Todas	Todos
Mandíbula	Todos	Todos	Todas	Todos

Item 10. Proceso de recopilación de datos / Ítem de los datos

Los datos fueron recopilados por un único observador mediante la creación de una plantilla en formato EXCEL. Las referencias bibliográficas utilizadas en la presente tesis fueron gestionadas a través del programa informático EndNote v. X9 (Clarivate Analytics, [105]).

6.7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CON META-ANÁLISIS

La evaluación y discusión meta-analítica se ha realizado mediante el programa informática RevMan 5.3 (Review Manager (RevMan) [Computer program]. Version 5.3. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2014). Se han realizado las comparaciones de las siguientes 11 medidas lineales: HML, CDL, WRL, MRL, XRL, GOG, MANDIBULAR LENGTH, MAN, MAXIMUM MANDIBULAR BODY LENGTH, y AP.

En cada una de ellas el tipo de dato propuesto fue continuo, estableciéndose como grupo 1 los hombres y como grupo 2 las mujeres. El método estadístico propuesto fue el de varianza inversa con un modelo de análisis de modelos aleatorios debido a la cantidad de variables que pueden influir en el grupo (metodología de medición utilizadas, ascendencias étnicas, edad de los individuos, número de individuos en cada uno de los estudios), con una medida del efecto a través de la diferencia de medias entre hombres y mujeres y de acuerdo a las recomendaciones postuladas por Borenstein et al. [106]

En cuanto a los detalles del análisis se ha obtenido por la presentación de los resultados en forma de totales y subtotales, con un intervalo de confianza para cada uno de los estudios y para el intervalo de confianza total del 95%. Los datos son presentados en forma de tabla y en “forest plot” indicándose, el número de mandíbulas masculinas y femeninas analizadas en cada estudio y para el análisis total, la diferencia de medias entre hombres y mujeres, la desviación estándar, el peso en cada uno de los estudios y el año de publicación de los mismos. El valor de heterogeneidad está representado por los valores de Tau^2 , Chi^2 , los grados de libertad (con el valor de p asociado) y el valor de I^2 , mientras que para valorar la heterogeneidad del efecto global se ha realizado el test z (con su valor p asociado). Asimismo se ha realizado un “funnel plot” de cada comparación con el fin de detectar estudios que se comporten de forma anormal con respecto a la diferencia de las medias (MD) y el tamaño de efecto de la diferencia de medias asociado a cada estudio SE (MD). También se analiza meta-analíticamente el dimorfismo sexual en función del tronco ancestral de las colecciones de los diferentes trabajos. Se clasifican así en los siguientes grupos:




- **Asiáticos:** comprende las procedencias de Japón, Corea, China, Tailandia e India.
- **Sud-América:** Brasil y Colombia.
- **Caucásicos:** aquellas individuos de ascendencia europea caucásica, Sud-africanos caucásicos, y Norte-americanos caucásicos.
- **Africanos:** Próximo Oriente, Norte-americanos y africanos de continente.

No se han encontrado estudios de poblaciones australianas o polinesias por lo que no se ha incluido en el meta-análisis dicho grupo.

En cuanto al análisis de sesgos de la bibliografía encontrada, ante la ausencia de bibliografía de meta-análisis aplicada a la antropología, se ha optado por evaluar los siguientes ítems:

- *JCR journal?*: si los datos han sido extraídos de revistas indexadas en JCR.
- *Age between 18 to 65?*: si la muestra pertenece a individuos de edades comprendidas aproximadamente entre los 18 y 65 años.
- *Current remains/bones?*: si se tratan de restos o huesos actuales.
- *Dried bones?*: si el estudio se basa en hueso seco.
- *Inclusion and exclusion criteria?*: si se han incluido criterios de inclusión o exclusión.
- *Laterality?*: si hace referencia a cualquier análisis de lateralidad de las medidas o en qué lado se realiza las medidas.
- *Intra-observer analysis?*: si se ha evaluado la repetibilidad de las medidas.
- *Inter-observer analysis?*: si han intervenido varios investigadores en la toma de datos.
- *Same N_male than N_female?*: Si aproximadamente se han relacionado el mismo número de individuos masculinos que femeninos (diferencia máxima de 20).

Las respuestas a las preguntas se han clasificado en un código de colores:

-  Respuesta AFIRMATIVA.
-  Faltan datos suficientes para contestar a la pregunta.
-  Respuesta NEGATIVA.

7. RESULTADOS

7.1. DIGITALIZACIÓN DE LAS MANDÍBULA CON LOS 3 ESCÁNERES

Los 3 escáneres presentados (PICZA, EVA LITE y PRITIFACE) muestran una forma de trabajo diferente con unas precisiones diferentes.

PICZA y EVA LITE se mostraron inútiles a la hora de escanear la mandíbula. La geometría de ésta es altamente complicada con formas angulosas que impiden que el láser interaccione con la pieza para el caso de PICZA o la luz, para el caso de EVA LITE. Para este último escáner se debe señalar que el tamaño mandibular es demasiado pequeño según las especificaciones del fabricante con lo que, unido con su forma, impiden de una forma fácil, una digitalización adecuada y de calidad.

Por último se probó, el escáner facial PRITIFACE que, en el momento de su utilización, estaba en pruebas por parte del fabricante. Mediante una metodología más o menos sencilla para un investigador experto en la utilización de este escáner, se consiguió la digitalización de las piezas. Sin embargo hay que recordar que se trata de un escáner pensado para el uso facial y no de piezas de hueso apoyadas por lo que la precisión y exactitud pudieran verse comprometidas en los resultados según se comprobará posteriormente.

Todos los resultados relacionados con el proceso de digitalización, presentados a continuación se basan en los modelos adquiridos mediante PRITIFACE, por ser el único escáner realmente útil para este propósito.

Posteriormente, se procedió a realizar vídeos de rotación de cada uno de los modelos para su almacenamiento en base de datos y su posible utilización en enseñanza e investigación.

7.2. MEDIDAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES EN LAS DOS COLECCIONES

A continuación se muestran las tablas de medidas clásicas y volumétricas de las mandíbulas de las 2 colecciones.

Se han hallado las medidas de cada modelo por separado y el promedio de los modelos para cada una de las mandíbulas de las 2 colecciones. En la **Tabla 13** se muestran los valores descriptivos de las variables.

Por otra parte, las siguiente gráficas muestran las diferencias en milímetros entre las mediciones primera y segunda para el primer modelo (modelo A), el segundo modelo

(modelo B) y el tercer modelo (modelo C) de cada una de las mandíbulas de la colección ALC realizadas por un mismo observador (prueba de repetibilidad).

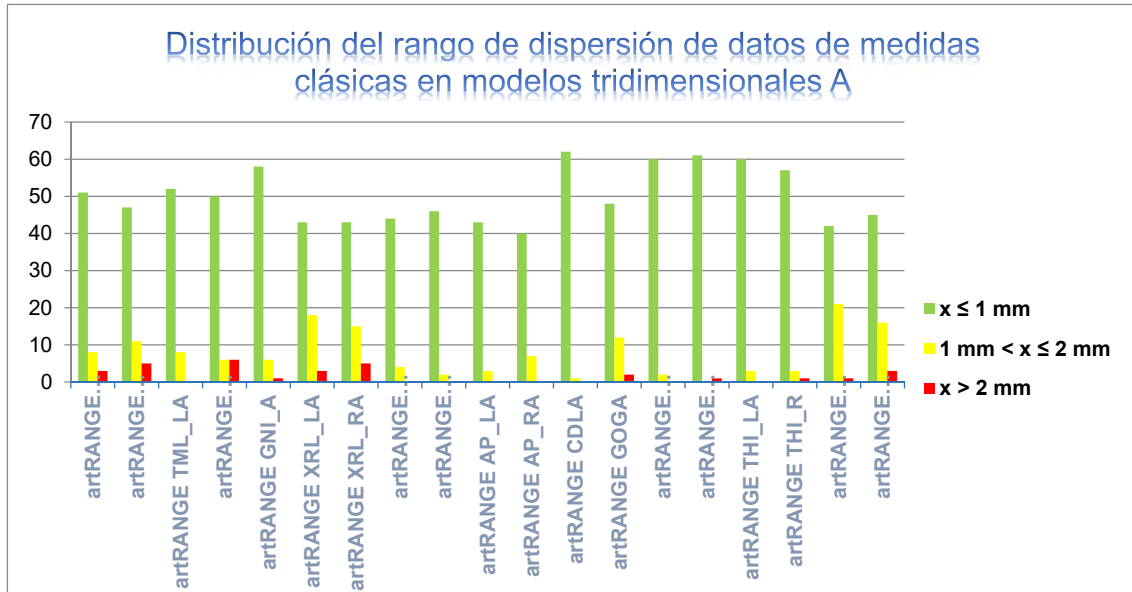


Fig. 25 Distribución del rango de dispersión de datos de medidas clásicas en modelos tridimensionales A.

	artRANGE HML_LA	artRANGE HML_RA	artRANGE TML_LA	artRANGE TML_RA	artRANGE E GNI_A	artRANGE XRL_LA	artRANGE XRL_RA	artRANGE MRL_LA	artRANGE MRL_RA
■	51	47	52	50	58	43	43	44	46
■	8	11	8	6	6	18	15	4	2
■	3	5	0	6	1	3	5	0	0

	artRANGE AP_LA	artRANGE AP_RA	artRANGE CDL_A	artRANGE GOG_A	artRANGE PMPL_LA	artRANGE PMPL_RA	artRANGE THI_LA	ArtRANGE THI_RA
■	43	40	62	48	60	61	60	57
■	3	7	1	12	2	0	3	3
■	0	6	0	2	0	1	0	1

	artRANGE NECK_LA	artRANGE NECK_RA
■	42	45
■	21	16
■	1	3

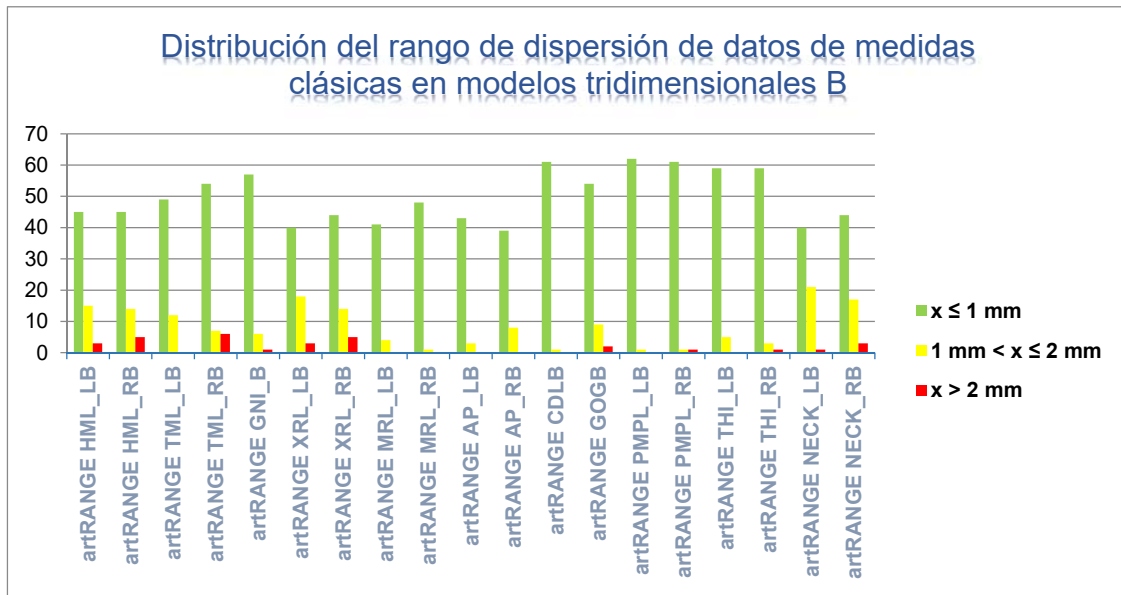


Fig. 26 Distribución del rango de dispersión de datos de medidas clásicas en modelos tridimensionales B.

	artRANGE HML_LA	artRANGE HML_RA	artRANGE TML_LA	artRANGE TML_RA	artRANGE E GNI_A	artRANGE XRL_LA	artRANGE XRL_RA	artRANGE MRL_LA	artRANGE MRL_RA
	45	45	49	54	57	40	44	41	48
	15	14	12	7	6	18	14	4	1
	3	4	2	2	2	6	7	0	0

	artRANGE AP_LA	artRANGE AP_RA	artRANGE CDL_A	artRANGE GOG_A	artRANGE PMPL_LA	artRANGE PMPL_RA	artRANGE THI_LA	ArtRANGE THI_RA
	43	39	61	54	62	61	59	59
	3	8	1	9	1	1	5	3
	0	2	1	2	0	0	0	0

	artRANGE NECK_LA	artRANGE NECK_RA
	40	44
	21	17
	0	3

El color verde indica el número de modelos tridimensionales con una diferencia en el rango (medida primera – medida segunda) entre la primera y segunda medición ≤ 1 mm. El color amarillo indica el número de modelos tridimensionales con una diferencia en el rango entre la primera y segunda medición entre $1 < x \leq 2$ mm. Por último, el color rojo indica el número de modelos tridimensionales con una diferencia en el rango entre la primera y segunda medición > 2 mm.

Como puede apreciarse en ambos gráficos, las medidas HML_L, HML_R, XRL_L, XRL_R, NECK_L y NECK_R son las que presentan la mayor dispersión en las medidas.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis			
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar	
artHML_L1	139	25,35	12,23	37,58	26,56	,42	4,96	24,64	-,461	,206	,292	,408
artHML_L2	139	25,75	12,16	37,91	26,50	,43	5,04	25,39	-,422	,206	,259	,408
artRANGE HML_L	139	3,30	0,00	3,30	,61	,045	,536	,29	1,882	,206	5,453	,408
meanHML_L	139	25,20	12,20	37,39	26,53	,42	4,98	24,85	-,447	,206	,290	,408
artHML_R1	138	25,07	13,43	38,50	26,42	,40	4,70	22,14	-,360	,206	,226	,410
artHML_R2	138	23,98	13,32	37,30	26,40	,41	4,82	23,19	-,257	,206	,021	,410
artRANGE HML_R	138	4,77	,01	4,78	,72	,059	,70	,49	2,250	,206	8,290	,410
meanHML_R	138	24,53	13,38	37,90	26,41	,40	4,73	22,41	-,314	,206	,139	,410
artTML_L1	139	14,41	5,13	19,54	10,02	,20	2,38	5,68	,723	,206	1,412	,408
artTML_L2	139	10,80	4,59	15,39	9,82	,18	2,18	4,77	,277	,206	,024	,408
artRANGE TML_L	139	4,37	0,00	4,37	,90	,071	,83	,69	1,571	,206	2,864	,408
meanTML_L	139	11,87	5,49	17,36	9,92	,19	2,20	4,86	,446	,206	,476	,408
artTML_R1	138	11,98	4,73	16,71	10,47	,20	2,37	5,63	,518	,206	,118	,410
artTML_R2	138	16,87	3,50	20,37	10,39	,22	2,56	6,55	,758	,206	1,580	,410
artRANGE TML_R	138	5,98	,02	6,00	1,02	,099	1,16	1,36	2,385	,206	6,418	,410
meanTML_R	138	13,52	4,12	17,64	10,43	,20	2,34	5,49	,433	,206	,232	,410
artGNI_1	140	28,77	14,01	42,78	29,91	,45	5,37	28,80	-,593	,205	,444	,407
artGNI_2	140	28,43	14,42	42,85	29,87	,45	5,36	28,77	-,574	,205	,399	,407
artRANGE GNI	140	2,49	0,00	2,49	,42	,034	,41	,17	2,154	,205	6,553	,407
meanGNI	140	28,60	14,22	42,82	29,89	,45	5,36	28,70	-,586	,205	,430	,407

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis			
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar	
artXRL_L1	140	37,84	43,74	81,58	62,53	,55	6,49	42,16	,207	,205	,499	,407
artXRL_L2	140	37,56	42,16	79,72	62,78	,55	6,56	43,00	,147	,205	,529	,407
artRANGE XRL_L	140	7,23	0,00	7,23	1,03	,09	1,10	1,22	2,849	,205	11,451	,407
meanXRL_L	140	37,70	42,95	80,65	62,66	,55	6,48	42,02	,176	,205	,502	,407
artXRL_R1	138	32,66	46,50	79,16	61,54	,56	6,58	43,36	,266	,206	-,219	,410
artXRL_R2	138	34,76	46,42	81,18	61,76	,56	6,56	43,00	,304	,206	-,196	,410
artRANGE XRL_R	138	5,02	,02	5,04	,85	,078	,92	,84	2,141	,206	5,373	,410
meanXRL_R	138	33,54	46,46	80,00	61,65	,56	6,54	42,80	,279	,206	-,215	,410
artMRL_L1	92	15,99	31,38	47,37	39,93	,39	3,73	13,96	-,126	,251	-,423	,498
artMRL_L2	92	16,21	31,10	47,31	39,94	,40	3,81	14,52	-,087	,251	-,451	,498
artRANGE MRL_L	93	4,00	0,00	4,00	,45	,051	,49	,24	4,447	,250	29,347	,495
meanMRL_L	92	15,59	31,24	46,83	39,94	,39	3,76	14,13	-,116	,251	-,434	,498
artMRL_R1	106	39,86	8,21	48,07	39,58	,53	5,42	29,41	-2,521	,235	12,090	,465
artMRL_R2	106	40,09	8,03	48,12	39,58	,53	5,42	29,39	-2,518	,235	12,196	,465
artRANGE MRL_R	106	2,00	0,00	2,00	,38	,032	,33	,11	1,808	,235	5,118	,465
meanMRL_R	106	39,77	8,12	47,89	39,58	,53	5,42	29,33	-2,528	,235	12,200	,465

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
artAP_L1	98	32,65	4,53	37,18	16,95	,47	4,70	22,14	,761	,244	2,919	,483
artAP_L2	99	36,41	0,00	36,41	16,82	,50	4,99	24,91	,267	,243	2,800	,481
artRANGE AP_L	98	1,30	0,00	1,30	,46	,033	,33	,11	,636	,244	-,216	,483
meanAP_L	98	32,26	4,54	36,80	16,97	,47	4,70	22,10	,729	,244	2,725	,483
artAP_R1	106	23,20	8,78	31,98	17,51	,39	4,01	16,08	,932	,235	1,595	,465
artAP_R2	106	24,81	8,50	33,31	17,30	,40	4,09	16,73	1,073	,235	2,343	,465
artRANGE AP_R	106	3,53	,01	3,54	,60	,052	,54	,29	2,172	,235	7,989	,465
meanAP_R	106	24,01	8,64	32,65	17,41	,39	4,03	16,25	1,012	,235	2,015	,465
artCDL_1	136	30,18	98,99	129,17	111,35	,51	5,92	35,06	,144	,208	-,270	,413
artCDL_2	136	29,39	99,22	128,61	111,35	,51	5,96	35,51	,103	,208	-,382	,413
artRANGE CDL	136	1,50	0,00	1,50	,36	,03	,30	,09	1,275	,208	1,390	,413
meanCDL	136	29,79	99,11	128,89	111,35	,51	5,93	35,23	,123	,208	-,328	,413
artGOG_1	139	37,04	73,11	110,15	92,85	,56	6,63	43,95	-,147	,206	-,260	,408
artGOG_2	139	36,01	74,12	110,13	92,97	,57	6,71	45,03	-,130	,206	-,244	,408
artRANGE GOG	139	4,39	0,00	4,39	,58	,049	,58	,340	2,901	,206	13,751	,408
meanGOG	139	36,53	73,62	110,14	92,91	,56	6,66	44,32	-,139	,206	-,252	,408

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
artPMPL_L1	138	13,04	12,59	25,63	18,77	,19	2,26	5,12	,057	,206	,462	,410
artPMPL_L2	138	13,51	12,13	25,64	18,70	,19	2,24	5,03	,016	,206	,521	,410
artRANGE PMPL_L	138	1,86	0,00	1,86	,32	,024	,29	,082	2,276	,206	8,621	,410
meanPMPL_L	138	13,28	12,36	25,64	18,73	,19	2,24	5,03	,041	,206	,500	,410
artPMPL_R1	133	11,35	13,95	25,30	18,89	,20	2,31	5,35	,028	,210	-,333	,417
artPMPL_R2	133	12,40	12,89	25,29	18,89	,20	2,29	5,23	-,011	,210	-,228	,417
artRANGE PMPL_R	133	1,20	0,00	1,20	,27	,021	,23	,06	1,369	,210	1,693	,417
meanPMPL_R	133	11,88	13,42	25,30	18,89	,20	2,29	5,26	,013	,210	-,288	,417
artTHICK_L1	139	15,78	4,29	20,07	7,89	,17	2,01	4,055	2,973	,206	15,092	,408
artTHICK_L2	139	15,56	4,42	19,98	7,83	,17	2,02	4,09	3,052	,206	15,555	,408
artRANGE THICK_L	139	2,12	0,00	2,12	,42	,032	,38	,14	1,661	,206	3,635	,408
meanTHICK_L	139	15,67	4,36	20,03	7,86	,17	2,00	3,99	3,102	,206	15,998	,408
artTHICK_R1	137	7,87	4,57	12,44	7,71	,12	1,40	1,97	,666	,207	,894	,411
artTHICK_R2	137	7,53	4,94	12,47	7,69	,11	1,34	1,79	,652	,207	,624	,411
artRANGE THICK_R	137	1,66	0,00	1,66	,35	,03	,35	,12	1,697	,207	2,661	,411
meanTHICK_R	137	7,70	4,76	12,46	7,70	,115	1,35	1,82	,658	,207	,753	,411

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
artNECK_L1	140	8,40	4,95	13,35	8,56	,13	1,53	2,34	,061	,205	-,085	,407
artNECK_L2	140	7,62	4,51	12,13	8,44	,13	1,52	2,305	-,124	,205	-,423	,407
artRANGE NECK_L	140	2,66	0,00	2,66	,73	,048	,57	,33	,991	,205	,731	,407
meanNECK_L	140	8,01	4,73	12,74	8,50	,12	1,45	2,11	-,028	,205	-,260	,407
artNECK_R1	139	8,48	4,21	12,69	8,54	,13	1,55	2,40	,059	,206	,175	,408
artNECK_R2	139	8,74	4,77	13,51	8,46	,13	1,58	2,50	,124	,206	-,034	,408
artRANGE NECK_R	139	3,41	,01	3,42	,68	,051	,60	,356	1,731	,206	3,905	,408
meanNECK_R	139	8,49	4,49	12,98	8,50	,13	1,50	2,25	,104	,206	-,077	,408

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	CURRENT RMS PRITI 1	150	,32	,02	,34	,05	,00	,03	,001	6,819	,198	55,855
CURRENT RMS PRITI 2	45	,02	,04	,06	,05	,00	,00	,000	,616	,354	,308	,695
CURRENT RMS PRITI 3	8	,015	,05	,06	,055	,0022	,00	,000	-,569	,752	-1,713	1,481
alignAB RMS	68	,21	,13	,34	,20	,00	,04	,002	,578	,291	,709	,574
alignAB MAD	68	,22	,0655	,285	,14	,005	,045	,002	1,033	,291	1,786	,574
alignAB MSD	68	,25	-,14	,11	-,01	,005	,04	,002	-,235	,291	,783	,574
alignAC RMS	16	,18	,12	,31	,20	,01	,06	,003	,407	,564	-1,028	1,091
alignAC MAD	16	,24	,06	,31	,14	,018	,070	,005	,956	,564	,201	1,091
alignAC MSD	16	,29	-,22	,063	-,04	,021	,08	,007	-1,098	,564	,328	1,091
Ameshsquare	160	15970,01	8749,64	24719,65	15882,09	196,89	2490,44	6202312,13	,115	,192	,655	,381
Ameshvolume	140	73811,64	21730,92	95542,56	44540,14	927,39	10973,02	120407172,525	,756	,205	2,484	,407
Bmeshsquare	72	20020,32	1355,94	21376,26	15329,95	362,78	3078,27	9475739,18	-1,361	,283	4,584	,559
Bmeshvolume	64	42636,66	22404,01	65040,67	42032,67	1347,82	10782,59	116264177,05	-,162	,299	-,975	,590
Cmeshsquare	16	20325,53	61,58	20387,11	14087,93	1160,94	4643,78	21564700,945	-1,836	,564	5,105	1,091
Cmeshvolume	14	65554,01	31,52	65585,53	38216,36	4335,98	16223,76	263210482,76	-,726	,597	1,236	1,154
meshsquare1	148	1929,89	174,79	2104,68	1368,68	24,36	296,32	87805,58	-,327	,199	1,350	,396
meshvolume1	146	4472,61	826,54	5299,15	2866,37	71,41	862,81	744446,81	,634	,201	,514	,399

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	C1areamesh1	147	83,15	33,56	116,71	63,38	1,26	15,34	235,41	,919	,200	1,013
C1perimetermesh1	147	17,71	22,46	40,17	30,81	,29	3,53	12,48	,434	,200	-,009	,397
C2areamesh1	147	1763,00	28,04	1791,04	70,94	11,86	143,62	20626,51	11,927	,200	143,784	,397
C2perimetermesh1	147	3515,38	17,50	3532,88	53,1280	23,83576	288,99327	83517,109	12,122	,200	146,954	,397
meshsquare3	16	1618,43	70,46	1688,89	1267,37	95,37	381,48	145530,69	-2,08	0,56	6,35	1,091
meshvolume3	16	4205,46	30,97	4236,43	2683,54	250,67	1002,68	1005363,48	-0,99	0,56	2,21	1,091
C1areamesh3	16	1011,74	39,75	1051,49	130,90	61,50	246,02	60523,88	3,97	0,56	15,83	1,091
C1perimetermesh3	16	2184,08	25,38	2209,46	167,85	136,11	544,44	296417,82	4,00	0,56	16,00	1,091
C2areamesh3	16	49,47	32,99	82,46	63,71	3,37	13,47	181,39	-0,69	0,56	0,35	1,091
C2perimetermesh3	16	12,04	23,03	35,07	30,03	0,85	3,40	11,57	-0,39	0,56	-0,36	1,091
MESH SQUARE1BIS	75	1346,11	783,82	2129,93	1304,65	30,21	261,63	68452,71	0,58	0,28	0,34	,548
MESH VOLUME1BIS	75	4308,32	1348,11	5656,43	2652,90	93,39	808,82	654184,07	1,08	0,28	1,73	,548
C1areamesh1BIS	75	71,31	35,21	106,52	62,52	1,67	14,47	209,41	0,63	0,28	0,38	,548
C1perimetermesh1BIS	75	35,17	23,50	58,67	30,53	0,53	4,62	21,39	3,17	0,28	17,85	,548
C2areamesh1BIS	75	101,13	0,00	101,13	56,43	1,64	14,16	200,55	-0,36	0,28	3,19	,548
C2perimetermesh1BIS	75	38,64	0,00	38,64	28,42	0,52	4,53	20,49	-3,23	0,28	20,43	,548

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	MESH SQUARE2BIS	64	1333,98	789,01	2122,99	1286,36	31,59	252,72	63867,45	0,68	0,30	0,82
MESH VOLUME2BIS	64	4216,61	1417,48	5634,09	2601,62	99,16	793,26	629255,51	1,26	0,30	2,60	,590
C1areamesh2BIS	64	70,18	36,27	106,45	61,88	1,76	14,10	198,78	0,63	0,30	0,64	,590
C1perimetermesh2BIS	64	16,96	23,65	40,61	30,04	0,39	3,12	9,74	0,49	0,30	0,92	,590
C2areamesh2BIS	64	3103,56	34,44	3138,00	105,44	48,16	385,29	148445,05	7,99	0,30	63,86	,590
C2perimetermesh2BIS	64	1355,59	22,35	1377,94	49,89	21,08	168,67	28449,33	8,00	0,30	63,96	,590
MESH SQUARE3BIS	13	1880,35	918,93	2799,28	1388,84	130,11	469,13	220083,60	2,45	0,62	7,64	1,191
MESH VOLUME3BIS	13	3457,50	60,81	3518,31	2405,51	258,48	931,97	868568,34	-1,32	0,62	2,33	1,191
C1areamesh3BIS	13	63,41	28,39	91,80	59,62	4,98	17,97	322,74	0,17	0,62	-0,43	1,191
C1perimetermesh3BIS	13	34,38	25,20	59,58	32,20	2,48	8,93	79,73	2,72	0,62	8,40	1,191
C2areamesh3BIS	13	50,04	28,08	78,12	54,06	4,02	14,49	210,02	-0,22	0,62	-0,28	1,191
C2perimetermesh3BIS	12	10,99	22,37	33,36	28,25	0,95	3,30	10,89	-0,08	0,64	-0,44	1,232
HML1B	30	2,10	0,80	2,90	2,07	0,10	0,57	0,33	-0,68	0,43	-0,34	,833
HML2B	29	2,10	1,10	3,20	2,31	0,11	0,58	0,33	-0,53	0,43	-0,80	,845
HML3B	30	2,00	0,90	2,90	2,13	0,10	0,56	0,31	-0,68	0,43	-0,45	,833
HML4	87	2,50	0,90	3,40	2,30	0,06	0,56	0,32	-0,59	0,26	-0,14	,511

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	GNI	100	2,70	0,80	3,50	2,47	0,06	0,56	0,31	-0,48	0,24	0,08
GNI1B	30	2,10	1,00	3,10	2,20	0,11	0,59	0,35	-0,46	0,43	-0,67	,833
GNI2B	29	2,10	1,20	3,30	2,48	0,12	0,63	0,40	-0,64	0,43	-0,59	,845
GNI3B	30	2,20	1,10	3,30	2,35	0,12	0,64	0,40	-0,47	0,43	-0,61	,833
GNI4	86	2,54	0,96	3,50	2,49	0,06	0,56	0,31	-0,54	0,26	0,04	,514
HML	100	2,50	0,80	3,30	2,23	0,06	0,55	0,30	-0,39	0,24	-0,35	,478
HML1B	30	2,10	0,80	2,90	2,07	0,10	0,57	0,33	-0,68	0,43	-0,34	,833
HML2B	29	2,10	1,10	3,20	2,31	0,11	0,58	0,33	-0,53	0,43	-0,80	,845
HML3B	30	2,00	0,90	2,90	2,13	0,10	0,56	0,31	-0,68	0,43	-0,45	,833
HML4	87	2,50	0,90	3,40	2,30	0,06	0,56	0,32	-0,59	0,26	-0,14	,511
TML	98	11,70	0,30	12,00	1,08	0,18	1,75	3,05	5,46	0,24	29,65	,483
TML1B	30	0,60	0,30	0,90	0,61	0,03	0,16	0,03	-0,23	0,43	-0,27	,833
TML2B	29	0,90	0,30	1,20	0,88	0,04	0,21	0,04	-0,64	0,43	0,74	,845
TML3B	30	0,70	0,50	1,20	0,79	0,03	0,19	0,04	0,20	0,43	-0,58	,833
TML4	87	0,72	0,81	1,53	1,05	0,02	0,16	0,03	1,03	0,26	0,82	,511

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	GOG	96	2,90	8,00	10,90	9,27	0,07	0,68	0,46	0,12	0,25	-0,58
GOG1B	30	2,50	7,60	10,10	8,95	0,11	0,62	0,38	-0,22	0,43	-0,29	,833
GOG2B	29	2,50	8,00	10,50	9,26	0,11	0,61	0,37	-0,14	0,43	-0,30	,845
GOG3B	30	2,80	7,70	10,50	9,16	0,13	0,72	0,52	-0,16	0,43	-0,27	,833
GOG4	83	3,06	7,94	11,00	9,44	0,07	0,67	0,45	-0,07	0,26	-0,49	,523
CDL	88	2,50	9,60	12,10	11,05	0,06	0,55	0,30	-0,29	0,26	-0,49	,508
CDL1B	30	2,70	9,20	11,90	10,76	0,11	0,61	0,37	-0,60	0,43	0,12	,833
CDL2B	29	2,00	10,30	12,30	11,24	0,11	0,61	0,37	-0,23	0,43	-0,96	,845
CDL3B	30	2,30	10,00	12,30	11,06	0,12	0,65	0,42	-0,09	0,43	-0,84	,833
CDL4	76	2,41	9,97	12,38	11,21	0,07	0,57	0,33	0,02	0,28	-0,72	,545
MRL	98	1,60	3,20	4,80	3,91	0,04	0,38	0,14	0,25	0,24	-0,58	,483
MRL1B	30	4,00	2,00	6,00	2,98	0,12	0,68	0,47	3,10	0,43	13,36	,833
MRL2B	28	1,50	3,40	4,90	4,06	0,07	0,38	0,15	0,29	0,44	-0,34	,858
MRL3B	30	1,80	2,90	4,70	3,72	0,07	0,37	0,14	0,50	0,43	0,67	,833
MRL4	81	1,79	3,07	4,86	4,10	0,04	0,38	0,14	-0,20	0,27	0,19	,529

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	MLT	98	2,50	5,50	8,00	6,78	0,07	0,65	0,42	-0,14	0,24	-0,74
MLT1B	30	4,00	5,00	9,00	6,58	0,15	0,82	0,67	0,61	0,43	1,66	,833
MLT2B	29	2,20	5,50	7,70	6,67	0,11	0,57	0,32	0,09	0,43	-0,55	,845
MLT3B	30	3,00	5,70	8,70	6,69	0,12	0,68	0,46	1,01	0,43	1,51	,833
MLT4	86	3,70	5,30	9,00	7,24	0,06	0,56	0,32	-0,08	0,26	1,68	,514
MAN	98	38,00	100,00	138,00	122,84	0,82	8,10	65,60	-0,29	0,24	-0,47	,483
MAN1B	30	27,00	108,00	135,00	121,60	1,28	7,03	49,42	-0,12	0,43	-0,44	,833
MAN2B	29	31,00	111,00	142,00	125,21	1,44	7,78	60,53	-0,06	0,43	-0,58	,845
MAN3B	30	31,00	105,00	136,00	123,70	1,47	8,04	64,70	-0,48	0,43	-0,29	,833
MAN4	86	31,00	110,00	141,00	127,56	0,78	7,19	51,76	-0,27	0,26	-0,30	,514
PMPL	95	1,10	1,20	2,30	1,74	0,02	0,23	0,05	0,01	0,25	-0,45	,490
PMPL1B	29	1,10	1,00	2,10	1,54	0,04	0,22	0,05	0,05	0,43	0,86	,845
PMPL2B	29	0,70	1,50	2,20	1,86	0,03	0,18	0,03	-0,17	0,43	0,10	,845
PMPL3B	30	0,90	1,20	2,10	1,70	0,04	0,23	0,05	-0,24	0,43	-0,30	,833
NECK	98	1,40	0,30	1,70	0,60	0,02	0,23	0,05	2,26	0,24	7,72	,483
NECK1B	30	0,80	0,30	1,10	0,52	0,03	0,17	0,03	1,52	0,43	3,47	,833
NECK2B	29	0,50	0,40	0,90	0,54	0,02	0,10	0,01	1,59	0,43	5,73	,845
NECK3B	30	0,60	0,10	0,70	0,46	0,03	0,14	0,02	-0,34	0,43	0,47	,833

Tabla 13 (continuación). Estadísticos descriptivos.

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		SD	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	Valor	Valor	SD	Valor	SD
	AP	96	1,70	0,50	2,20	1,30	0,04	0,39	0,15	0,21	0,25	-0,43
AP1B	30	1,50	0,50	2,00	1,01	0,06	0,33	0,11	0,98	0,43	1,49	,833
AP2B	29	1,20	0,70	1,90	1,34	0,05	0,28	0,08	-0,11	0,43	-0,16	,845
AP3B	30	1,20	0,50	1,70	1,20	0,05	0,26	0,07	-0,45	0,43	0,62	,833
THICK	97	1,60	0,30	1,90	0,72	0,03	0,26	0,07	1,28	0,24	3,89	,485
THICK1B	30	0,60	0,30	0,90	0,53	0,02	0,13	0,02	1,03	0,43	1,56	,833
THICK2B	29	0,50	0,60	1,10	0,83	0,02	0,13	0,02	0,66	0,43	0,28	,845
THICK3B	30	0,50	0,40	0,90	0,65	0,02	0,12	0,01	-0,28	0,43	0,18	,833
THICK4	81	1,09	0,76	1,85	1,30	0,03	0,23	0,05	0,03	0,27	-0,06	,529
WEIGHT1	147	76,0	20,0	96,0	52,63	1,26	15,23	231,96	,006	,20	-,17	,397
WEIGHT2	39	59,00	21,00	80,00	49,85	2,58	16,09	258,82	-0,11	0,38	-0,93	,741
WEIGHT3	38	59,00	21,00	80,00	50,63	2,52	15,55	241,91	-0,13	0,38	-0,88	0,75

7.3. PRUEBAS DE NORMALIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

En general, las variables se comportaron de forma normal para ambas poblaciones.

7.4. PRUEBA DE REPETIBILIDAD EN LA MEDIDA

A continuación se muestra la tabla del error intraobservador. Las medidas de métrica clásica (no volumétricas) fueron tomadas sobre los modelos tridimensionales globales compuestos por los modelos tridimensionales individuales, por el mismo observador en el mismo día, bajo las mismas condiciones de análisis, una a continuación de la otra. En la siguiente tabla se expresa la prueba de la repetibilidad en la medida para las mismas mandíbulas. Asimismo se muestra el coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la primera y la segunda medida que es un indicativo del grado de concordancia entre ambas medidas.

Tabla 14. Prueba de repetibilidad en la medida.

PARAM1	PARAM2	MEAN1	MEAN2	N	SD1	SD2	CORR	t	Sig (bil.)
artHML_L1	artHML_L2	26,56	26,49	139	4,96	5,04	0,987	0,961	0,338
artHML_R1	artHML_R2	26,42	26,40	138	4,70	4,82	0,978	0,216	0,829
artTML_L1	artTML_L2	10,02	9,82	139	2,38	2,18	0,863	1,948	0,054
artTML_R1	artTML_R2	10,47	10,39	138	2,37	2,56	0,806	0,604	0,547
artXRL_R1	artXRL_R2	61,54	61,76	138	6,58	6,56	0,982	-2,074	0,04
artMRL_L1	artMRL_L2	39,93	39,4	92	3,74	3,81	0,984	-0,109	0,914
artMRL_R1	artMRL_R2	39,58	39,58	106	5,42	5,42	0,996	0,128	0,898
artAP_L1	artAP_L2	16,95	16,99	98	4,70	4,71	0,993	-0,693	0,49
artCDL_1	artCDL_2	111,35	111,36	136	5,92	5,96	0,997	-0,165	0,869
artGOG_1	artGOG_2	92,84	92,97	139	6,63	6,71	0,993	-1,772	0,079
artPMPL_L1	artPMPL_L2	18,77	18,70	138	2,26	2,24	0,983	1,968	0,051
artTHICK_R1	artTHICK_R2	7,71	7,69	137	1,40	1,34	0,935	0,504	0,615
artNECK_L1	artNECK_L2	8,56	8,44	140	1,53	1,52	0,817	1,45	0,149

PARAM1: primera medida de la variable; PARAM2: segunda medida de la variable; MEAN1: media de la primera medida de la variable; MEAN2: media de la segunda medida de la variable; N: número de modelos tridimensionales medidos; SD1: desviación estándar de la primera medida de la variable; SD2: desviación estándar de la segunda medida de la variable; CORR: coeficiente de correlación entre las 2 medidas de las variables; t: estadístico de la t de Student; Sig (bil.): significación bilateral. En azul se remarca el caso de XRL_R al encontrarse en el límite de significancia.

Se considera que no existe asociación lineal entre dos variables si CORR es igual a 0. También se indica en las **Tablas 14-18**, el coeficiente de determinación utilizado para estudiar la fuerza de asociación entre variables y es definido como el cuadrado del coeficiente de correlación. El coeficiente de determinación, en correlación lineal bivalente

es la proporción de la variabilidad de una de las variables que explica la otra. Su valor puede oscilar entre 0 y 1; cuanto más próximo a 1 esté su valor más fuerte es la asociación lineal, el valor 0 indica que no existe ninguna asociación lineal entre las variables. [107] Como puede apreciarse no existen diferencias significativas entre las diferentes medidas de una misma variable exceptuando el caso de XRL. El valor de significación de XRL se aproxima bastante al valor de no significación superior a 0,05 por lo que no se podría afirmar con rotundidad que hay diferencia significativa.

7.4.1. Modelo de regresión en la medida

Se ha realizado un estudio del modelo de regresión para observar la distribución entre la primera medida y la segunda medida. Se muestra a continuación las tablas para todas las variables. Se ha conservado la significación en ($p < 0,05$).

Tabla 15. Análisis de regresión lineal de medidas lineales clásicas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte	R	R ² ajustada
artHML_L1	artHML_L2	0,987	0,974
artHML_R1	artHML_R2	0,978	0,956
artTML_L1	artTML_L2	0,863	0,743
artTML_R1	artTML_R2	0,806	0,647
artGNI1	artGNI2	0,994	0,988
artXRL_L1	artXRL_L2	0,974	0,948
artXRL_R1	artXRL_R2	0,982	0,965
artMRL_L1	artMRL_L2	0,984	0,969
artMRL_R1	artMRL_R2	0,996	0,991
artAP_L1	artAP_L2	0,993	0,985
artAP_R1	artAP_R2	0,982	0,963
artCDL_1	artCDL_2	0,997	0,994
artGOG_1	artGOG_2	0,993	0,985
artPMPL_L1	artPMPL_L2	0,983	0,965
artPMPL_R1	artPMPL_R2	0,988	0,975
artTHICK_L1	artTHICK_L2	0,961	0,923
artTHICK_R1	artTHICK_R2	0,935	0,873
artNECK_L1	artNECK_L2	0,817	0,665
artNECK_R1	artNECK_R2	0,834	0,694

Tabla 16. Análisis de regresión lineal de medidas volumétricas para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	R	R cuadr. ajustada
Ameshsquare	Bmeshsquare	0,754	0,563
Ameshsquare	Cmeshsquare	0,332	0,047
Bmeshsquare	Cmeshsquare	0,981	0,959
Ameshvolume	Bmeshvolume	0,971	0,942
Ameshvolume	Cmeshvolume	0,52	0,197
Bmeshvolume	Cmeshvolume	0,93	0,851
meshsquare1	meshsquare2	0,608	0,361
meshsquare1	meshsquare3	0,79	0,597
meshsquare2	meshsquare3	0,674	0,416
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh1	0,01	-0,007
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh2	0,219	0,034
C1closedcontourmesh3	C2closedcontourmesh3	0,175	-0,039
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	0,05	-0,004
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	0,076	-0,009
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	0,099	-0,61
C1areamesh1	C1areamesh2	0,153	0,009
C1areamesh1	C1areamesh3	0,039	-0,07
C1areamesh2	C1areamesh3	1	1
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	0,05	-0,004
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	0,076	-0,009
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	0,099	-0,61
C1perimetermesh1	C1perimetermesh2	0,001	-0,015
C1perimetermesh1	C1perimetermesh3	0,066	-0,067
C1perimetermesh2	C1perimetermesh3	1	1
C2perimetermesh1	C2perimetermesh2	0,979	0,957
C2perimetermesh1	C2perimetermesh3	0,982	0,962
C2perimetermesh2	C2perimetermesh3	0,988	0,973

En gris se remarca el caso de meshvolume que ha demostrado ser poco repetitivo entre el modelo A y C con un valor R de 0,52.

Tabla 16 (continuación). Análisis de regresión lineal de medidas volumétricas para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	R	R cuadr. ajustada
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE2BIS	0,996	0,992
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE3BIS	0,562	0,254
MESH SQUARE2BIS	MESH SQUARE3BIS	0,556	0,246
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME2BIS	0,995	0,989
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME3BIS	0,559	0,25
MESH VOLUME2BIS	MESH VOLUME3BIS	0,583	0,28
C1areamesh1BIS	C2areamesh1BIS	0,774	0,594
C1areamesh2BIS	C2areamesh2BIS	0,168	0,012
C1areamesh3BIS	C2areamesh3BIS	0,944	0,88
C1areamesh1BIS	C1areamesh2BIS	0,992	0,984
C1areamesh1BIS	C1areamesh3BIS	0,846	0,69
C1areamesh2BIS	C1areamesh3BIS	0,86	0,715
C2areamesh1BIS	C2areamesh2BIS	0,187	0,019
C2areamesh1BIS	C2areamesh3BIS	0,749	0,522
C2areamesh2BIS	C2areamesh3BIS	0,787	0,585

Tabla 17. Análisis de regresión lineal de medidas lineales clásicas en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	R	R cuadr. ajustada
GNI	GNI2B	0,972	0,943
GNI	GNI3B	0,967	0,933
GNI	GNI4	0,856	0,729
HML	HML2B	0,845	0,702
HML	HML3B	0,782	0,597
HML	HML4	0,829	0,683
TML	TML2B	0,4	0,127
TML	TML3B	0,123	-0,023
HML	HML3B	0,782	0,597
HML	HML4	0,829	0,683
TML	TML2B	0,4	0,127
TML	TML3B	0,123	-0,023
TML	TML4	0,154	0,012
GOG	GOG2B	0,944	0,886
GOG	GOG3B	0,933	0,865
GOG	GOG4	0,931	0,865
CDL	CDL2B	0,965	0,927
CDL	CDL3B	0,965	0,928
CDL	CDL4	0,945	0,892
MRL	MRL2B	0,844	0,7
MRL	MRL3B	0,539	0,263
MRL	MRL4	0,716	0,507
MLT	MLT2B	0,642	0,389
MLT	MLT3B	0,675	0,434
MLT	MLT4	0,616	0,372
MAN	MAN2B	0,672	0,43
MAN	MAN3B	0,553	0,279
MAN	MAN4	0,48	0,221
PMPL	PMPL2B	0,464	0,1785
PMPL	PMPL3B	0,475	0,194
THICK	THICK2B	0,299	0,053
THICK	THICK3B	0,029	-0,038
THICK	THICK4	0,121	0,002
AP	AP2B	0,859	0,728
AP	AP3B	0,722	0,503

Tabla 18. Análisis de regresión lineal de medidas de peso en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	R	R cuadr. ajustada
WEIGHT1	WEIGHT2	1	0,999
WEIGHT1	WEIGHT3	1	0,999
WEIGHT2	WEIGHT3	1	0,999

La siguiente gráfica muestra un ejemplo de ajuste de regresión.

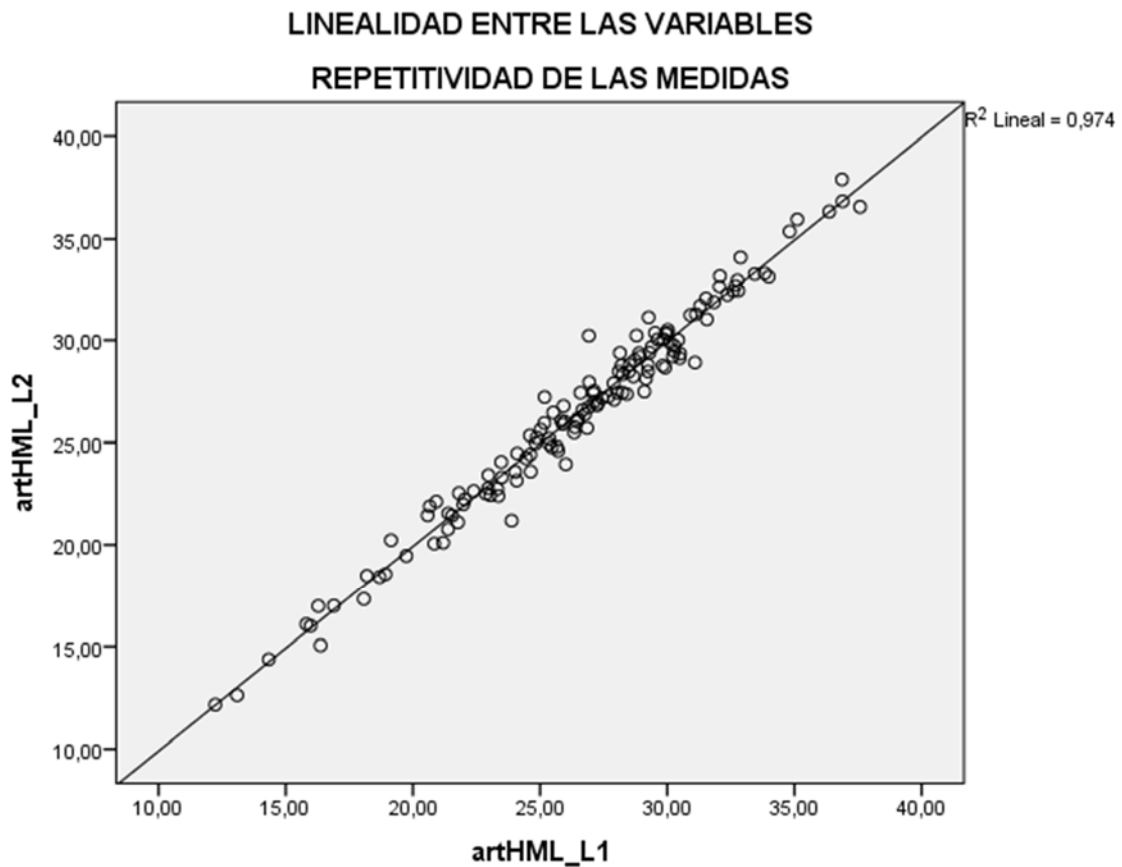


Fig. 27 Gráfica de regresión y ajuste entre las variables *artHML_L1* y *artHML_L2* para comprobar su repetibilidad. En este caso, el modelo se ajusta de una forma adecuada con un valor de R2 de 0,974.

Tabla 19. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Reg. Media cuadrática	Res. Suma cuadrática	Res. Media cuadrática
artHML_L1	artHML_L2	3310,89	3310,89	89,139
artHML_R1	artHML_R2	2901,174	2901,174	131,656
artTML_L1	artTML_L2	583,616	583,616	200,051
artTML_R1	artTML_R2	501,036	501,036	270,792
artGNI1	artGNI2	3955,732	3955,732	47,684
artXRL_L1	artXRL_L2	5557,6	5557,6	302,127
artXRL_R1	artXRL_R2	5733,225	5733,225	206,733
artMRL_L1	artMRL_L2	1230,567	1230,567	39,399
artMRL_R1	artMRL_R2	3060,968	3060,968	26,915
artAP_L1	artAP_L2	2116,585	2116,585	31,161
artAP_R1	artAP_R2	1626,114	1626,144	61,822
artCDL_1	artCDL_2	4702,887	4702,887	29,82
artGOG_1	artGOG_2	5976,412	5976,412	88,632
artPMPL_L1	artPMPL_L2	677,424	677,424	24,304
artPMPL_R1	artPMPL_R2	688,994	688,994	17,198
artTHICK_L1	artTHICK_L2	516,792	516,792	42,807
artTHICK_R1	artTHICK_R2	234,245	234,245	33,894
artNECK_L1	artNECK_L2	217,024	217,024	217,024
artNECK_R1	artNECK_R2	230,688	230,688	100,749

Tabla 20. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Reg. Media cuadrática	Res. Suma cuadrática	Res. Media cuadrática
Ameshsquare	Bmeshsquare	277397085,3	210206095,6	3002944,22
Ameshsquare	Cmeshsquare	1614740,29	125640090,2	8974292,16
Bmeshsquare	Cmeshsquare	265131789,9	10576784,55	813598,811
Ameshvolume	Bmeshvolume	6064072155	364023051,8	6741167,63
Ameshvolume	Cmeshvolume	561931775,4	1518452137	1518445214
Bmeshvolume	Cmeshvolume	1407434743	220817102,2	220817102
meshsquare1	meshsquare2	1752429,735	2986016,754	43912,011
meshsquare1	meshsquare3	591557,964	356640,552	25474,325
meshsquare2	meshsquare3	1532189,726	1838778,009	131341,286
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh1	3,774	34366,577	237,011
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh2	47610,147	941281,035	14048,971
C1closedcontourmesh3	C2closedcontourmesh3	27695,629	880162,56	62868,754
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	4,492	1817,172	12,532
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	27208,992	4684391,081	70975,622
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	43885,486	4402381,81	314455,844
C1areamesh1	C1areamesh2	423,832	17766,962	261,279
C1areamesh1	C1areamesh3	5,527	3722,396	265,885
C1areamesh2	C1areamesh3	917353,599	54,58	3,899
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	4,492	1817,172	12,532
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	27208,992	4684391,081	70975,622
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	43885,486	4402381,812	314455,844
C1perimetermesh1	C1perimetermesh2	0	884,509	13,007
C1perimetermesh1	C1perimetermesh3	0,944	214,719	15,337
C1perimetermesh2	C1perimetermesh3	4480305,979	7,711	0,551
C2perimetermesh1	C2perimetermesh2	821,387	36,25	0,549
C2perimetermesh1	C2perimetermesh3	175,481	6,479	0,463
C2perimetermesh2	C2perimetermesh3	165,999	4,213	0,301

Tabla 20 (continuación). Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Reg. Media cuadrática	Res. Suma cuadrática	Res. Media cuadrática
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE2BIS	4096238,548	31654,203	510,552
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE3BIS	149630,472	323363,3	29396,664
MESH SQUARE2BIS	MESH SQUARE3BIS	153431,216	343665,537	31242,322
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME2BIS	39572583,09	428656,642	6913,817
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME3BIS	1328095,291	2926916,433	266083,312
MESH VOLUME2BIS	MESH VOLUME3BIS	1546429,698	3003587,219	273053,384
C1areamesh1BIS	C2areamesh1BIS	9292,086	6204,348	84,991
C1areamesh2BIS	C2areamesh2BIS	352,459	12170,882	196,305
C1areamesh3BIS	C2areamesh3BIS	3447,674	425,251	38,659
C1areamesh1BIS	C1areamesh2BIS	12244,477	200,198	3,229
C1areamesh1BIS	C1areamesh3BIS	1825,887	725,153	65,923
C1areamesh2BIS	C1areamesh3BIS	2034,218	718,664	65,333
C2areamesh1BIS	C2areamesh2BIS	467,052	12887,231	207,859
C2areamesh1BIS	C2areamesh3BIS	955,352	745,354	67,759
C2areamesh2BIS	C2areamesh3BIS	1090,512	669,909	60,901

Tabla 21. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales clásicas en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Reg. Media cuadrática	Res. Suma cuadrática	Res. Media cuadrática
GNI	GNI2B	11,522	0,665	0,027
GNI	GNI3B	11,526	0,798	0,031
GNI	GNI4	19,509	7,138	0,087
HML	HML2B	6,921	2,779	0,111
HML	HML3B	6,069	3,855	0,148
HML	HML4	18,726	8,542	0,103
TML	TML2B	0,248	1,299	0,052
TML	TML3B	0,038	2,452	0,094
TML	TML4	2,598	106,909	1,288
GOG	GOG2B	9,624	1,183	0,047
GOG	GOG3B	9,88	1,472	0,057
GOG	GOG4	29,688	4,554	0,058
CDL	CDL2B	8,019	0,601	0,026
CDL	CDL3B	8,023	0,599	0,025
CDL	CDL4	17,95	2,139	0,031
MRL	MRL2B	2,967	1,199	0,05
MRL	MRL3B	1,262	3,088	0,119
MRL	MRL4	6,06	5,748	0,075
MLT	MLT2B	2,935	4,185	0,167
MLT	MLT3B	3,274	3,915	0,151
MLT	MLT4	12,599	20,593	0,254
MAN	MAN2B	591,811	717,819	28,713
MAN	MAN3B	444,973	1010,455	38,864
MAN	MAN4	1214,422	4061,981	50,775
PMPL	PMPL2B	20,777	0,764	0,032
PMPL	PMPL3B	0,338	1,162	0,046
THICK	THICK2B	0,124	1,261	0,05
THICK	THICK3B	0,001	1,403	0,054
THICK	THICK4	0,067	4,507	0,059
AP	AP2B	3,815	1,352	0,054
AP	AP3B	2,695	2,475	0,095

Tabla 22. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas de peso en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Reg. Media cuadrática	Res. Suma cuadrática	Res. Media cuadrática
WEIGHT1	WEIGHT2	9809,862	5,574	0,151
WEIGHT1	WEIGHT3	9074,106	7,289	0,202
WEIGHT2	WEIGHT3	9087,147	8,248	0,229

Tabla 23. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	gl	F	Sig.
artHML_L1	artHML_L2	138	5088,612	0,000
artHML_R1	artHML_R2	137	2996,892	0,000
artTML_L1	artTML_L2	138	399,674	0,000
artTML_R1	artTML_R2	137	251,636	0,000
artGNI1	artGNI2	139	11448,163	0,000
artXRL_L1	artXRL_L2	139	2538,498	0,000
artXRL_R1	artXRL_R2	137	3771,619	0,000
artMRL_L1	artMRL_L2	91	2810,988	0,000
artMRL_R1	artMRL_R2	105	11827,424	0,000
artAP_L1	artAP_L2	97	6520,676	0,000
artAP_R1	artAP_R2	105	2735,548	0,000
artCDL_1	artCDL_2	135	21133,266	0,000
artGOG_1	artGOG_2	138	9237,869	0,000
artPMPL_L1	artPMPL_L2	137	3790,688	0,000
artPMPL_R1	artPMPL_R2	132	5248,239	0,000
artTHICK_L1	artTHICK_L2	138	1653,954	0,000
artTHICK_R1	artTHICK_R2	136	933,013	0,000
artNECK_L1	artNECK_L2	139	276,336	0,000
artNECK_R1	artNECK_R2	138	313,692	0,000

Tabla 24. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	gl	F	Sig.
Ameshsquare	Bmeshsquare	71	92,375	0,000
Ameshsquare	Cmeshsquare	15	1,74	0,208
Bmeshsquare	Cmeshsquare	14	325,875	0,000
Ameshvolume	Bmeshvolume	55	899,558	0,000
Ameshvolume	Cmeshvolume	11	3,701	0,083
Bmeshvolume	Cmeshvolume	11	63,738	0,000
meshsquare1	meshsquare2	69	39,908	0,000
meshsquare1	meshsquare3	15	23,222	0,000
meshsquare2	meshsquare3	15	11,666	0,004
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh1	146	0,016	0,900
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh2	68	3,389	0,070
C1closedcontourmesh3	C2closedcontourmesh3	15	0,441	0,518
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	146	0,358	0,550
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	67	0,383	0,538
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	15	0,14	0,714
C1areamesh1	C1areamesh2	69	1,622	0,207
C1areamesh1	C1areamesh3	15	0,021	0,887
C1areamesh2	C1areamesh3	15	235304,203	0,000
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	146	0,358	0,550
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	67	0,383	0,538
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	15	0,14	0,714
C1perimetermesh1	C1perimetermesh2	69	0	0,996
C1perimetermesh1	C1perimetermesh3	15	0,062	0,808
C1perimetermesh2	C1perimetermesh3	15	8134774,2	0,000
C2perimetermesh1	C2perimetermesh2	67	1465,473	0,000
C2perimetermesh1	C2perimetermesh3	15	379,201	0,000
C2perimetermesh2	C2perimetermesh3	15	551,567	0,000

Tabla 24 (continuación). Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	gl	F	Sig.
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE2BIS	63	8023,162	0,000
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE3BIS	12	5,09	0,045
MESH SQUARE2BIS	MESH SQUARE3BIS	12	4,911	0,049
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME2BIS	63	5723,696	0,000
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME3BIS	12	4,991	0,047
MESH VOLUME2BIS	MESH VOLUME3BIS	12	5,663	0,037
C1areamesh1BIS	C2areamesh1BIS	74	109,33	0,000
C1areamesh2BIS	C2areamesh2BIS	63	1,795	0,185
C1areamesh3BIS	C2areamesh3BIS	12	89,181	0,000
C1areamesh1BIS	C1areamesh2BIS	63	3792,03	0,000
C1areamesh1BIS	C1areamesh3BIS	12	27,697	0,000
C1areamesh2BIS	C1areamesh3BIS	12	31,136	0,000
C2areamesh1BIS	C2areamesh2BIS	63	2,247	0,139
C2areamesh1BIS	C2areamesh3BIS	12	14,099	0,003
C2areamesh2BIS	C2areamesh3BIS	12	17,906	0,001

Tabla 25. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales clásicas en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	gl	F	Sig.
GNI	GNI2B	26	433,136	0,000
GNI	GNI3B	27	375,615	0,000
GNI	GNI4	83	224,097	0,000
HML	HML2B	26	62,253	0,000
HML	HML3B	27	40,936	0,000
HML	HML4	84	181,96	0,000
TML	TML2B	26	4,771	0,039
TML	TML3B	27	0,399	0,533
TML	TML4	84	2,017	0,159
GOG	GOG2B	26	203,316	0,000
GOG	GOG3B	27	174,452	0,000
GOG	GOG4	80	515,016	0,000
CDL	CDL2B	24	307,151	0,000
CDL	CDL3B	25	321,658	0,000
CDL	CDL4	69	570,696	0,000
MRL	MRL2B	25	59,394	0,000
MRL	MRL3B	27	10,626	0,003
MRL	MRL4	78	81,175	0,000
MLT	MLT2B	26	17,536	0,000
MLT	MLT3B	27	21,744	0,000
MLT	MLT4	82	49,554	0,000
MAN	MAN2B	26	20,611	0,000
MAN	MAN3B	27	11,45	0,002
MAN	MAN4	81	23,918	0,000
PMPL	PMPL2B	25	20,777	0,000
PMPL	PMPL3B	26	7,265	0,012
THICK	THICK2B	26	2,456	0,130
THICK	THICK3B	27	0,023	0,882
THICK	THICK4	78	1,148	0,287
AP	AP2B	26	70,534	0,000
AP	AP3B	27	28,31	0,000

Tabla 26. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas de peso en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	gl	F	Sig.
WEIGHT1	WEIGHT2	38	65122,611	0,000
WEIGHT1	WEIGHT3	37	44816,223	0,000
WEIGHT2	WEIGHT3	37	39661,865	0,000

Tabla 27. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Coeficiente estandarizados			
		Cte. B	SD. Cte. B	Var. Indepte.	SD. Var. Indpte.
artHML_L1	artHML_L2	0,807	0,367	0,972	0,014
artHML_R1	artHML_R2	1,191	0,468	0,956	0,017
artTML_L1	artTML_L2	0,773	0,474	0,942	0,047
artTML_R1	artTML_R2	2,706	0,504	0,747	0,047
artGNI1	artGNI2	0,207	0,282	0,995	0,009
artXRL_L1	artXRL_L2	1,994	1,208	0,964	0,019
artXRL_R1	artXRL_R2	0,619	0,998	0,986	0,016
artMRL_L1	artMRL_L2	1,394	0,73	0,965	0,018
artMRL_R1	artMRL_R2	0,166	0,366	0,996	0,009
artAP_L1	artAP_L2	0,114	0,216	0,991	0,012
artAP_R1	artAP_R2	0,86	0,327	0,962	0,018
artCDL_1	artCDL_2	1,05	0,76	0,991	0,007
artGOG_1	artGOG_2	1,673	0,951	0,981	0,01
artPMPL_L1	artPMPL_L2	0,232	0,303	0,991	0,016
artPMPL_R1	artPMPL_R2	0,036	0,262	0,998	0,014
artTHICK_L1	artTHICK_L2	0,4	0,19	0,957	0,024
artTHICK_R1	artTHICK_R2	0,165	0,251	0,981	0,032
artNECK_L1	artNECK_L2	1,607	0,425	0,823	0,05
artNECK_R1	artNECK_R2	1,63	0,397	0,818	0,046

Tabla 28. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Coeficientes no estandarizados			
		Cte. B	SD. cte. B	Var. Indpte. B	SD. Var. Indpte.
Ameshsquare	Bmeshsquare	5672,943	1044,349	0,642	0,067
Ameshsquare	Cmeshsquare	11926,343	2469,167	0,22	0,167
Bmeshsquare	Cmeshsquare	1214,021	742,748	0,914	0,051
Ameshvolume	Bmeshvolume	1781,871	1391,327	0,964	0,032
Ameshvolume	Cmeshvolume	26411,336	8714,492	0,408	0,212
Bmeshvolume	Cmeshvolume	5167,605	4694,343	0,884	0,111
meshsquare1	meshsquare2	776,483	94,858	0,446	0,071
meshsquare1	meshsquare3	675,965	142,605	0,521	0,108
meshsquare2	meshsquare3	131,052	323,804	0,838	0,245
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh1	63,303	1,417	0,001	0,009
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh2	-22,695	56,854	1,707	0,927
C1closedcontourmesh3	C2closedcontourmesh3	-72,364	312,596	3,19	4,807
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	30,843	0,297	-0,001	0,001
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	-103,424	270,814	5,64	9,11
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	-309,717	1286,011	15,901	42,564
C1areamesh1	C1areamesh2	62,721	2,312	0,021	0,016
C1areamesh1	C1areamesh3	67,84	4,651	0,002	0,017
C1areamesh2	C1areamesh3	-0,825	0,563	1,005	0,002
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	30,843	0,297	-0,001	0,001
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	-103,424	270,814	5,64	9,11
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	-309,717	1286,011	15,901	42,564
C1perimetermesh1	C1perimetermesh2	30,895	0,443	0,0000	0,002
C1perimetermesh1	C1perimetermesh3	31,67	1,027	0	0,002
C1perimetermesh2	C1perimetermesh3	-0,435	0,195	1,004	0
C2perimetermesh1	C2perimetermesh2	0,65	0,753	0,98	0,025
C2perimetermesh1	C2perimetermesh3	-0,172	1,56	1,005	0,052
C2perimetermesh2	C2perimetermesh3	0,652	1,258	0,978	0,042

Tabla 28 (continuación). Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Coeficientes no estandarizados			
		Cte. B	SD. cte. B	Var. Indpte. B	SD. Var. Indpte.
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE2BIS	-14,521	14,763	1,009	0,011
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE3BIS	941,196	154,05	0,238	0,106
MESH SQUARE2BIS	MESH SQUARE3BIS	953,301	158,812	0,241	0,109
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME2BIS	-2,647	35,895	0,999	0,013
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME3BIS	1722,22	410,11	0,357	0,16
MESH VOLUME2BIS	MESH VOLUME3BIS	1712,458	415,446	0,385	0,162
C1areamesh1BIS	C2areamesh1BIS	17,868	4,401	0,791	0,076
C1areamesh2BIS	C2areamesh2BIS	62,527	1,817	-0,006	0,005
C1areamesh3BIS	C2areamesh3BIS	-3,599	6,913	1,17	0,124
C1areamesh1BIS	C1areamesh2BIS	0,307	1,019	0,989	0,016
C1areamesh1BIS	C1areamesh3BIS	20,364	8,098	0,687	0,13
C1areamesh2BIS	C1areamesh3BIS	19,479	8,062	0,725	0,13
C2areamesh1BIS	C2areamesh2BIS	56,529	1,869	-0,007	0,005
C2areamesh1BIS	C2areamesh3BIS	22,554	9,153	0,616	0,164
C2areamesh2BIS	C2areamesh3BIS	21,149	8,677	0,658	0,155

Tabla 29. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales clásicas en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Coeficientes no estandarizados			
		Cte. B	SD. cte. B	Var. Indpte. B	SD. Var. Indpte.
GNI	GNI2B	-0,088	0,125	1,015	0,049
GNI	GNI3B	0,111	0,124	0,992	0,051
GNI	GNI4	0,255	0,151	0,878	0,059
HML	HML2B	0,128	0,26	0,861	0,109
HML	HML3B	0,372	0,285	0,825	0,129
HML	HML4	0,296	0,147	0,839	0,062
TML	TML2B	0,411	0,189	0,454	0,208
TML	TML3B	0,688	0,257	0,198	0,313
TML	TML4	-0,252	0,825	1,096	0,772
GOG	GOG2B	0,079	0,637	0,982	0,069
GOG	GOG3B	1,619	0,574	0,826	0,063
GOG	GOG4	0,777	0,374	0,897	0,04
CDL	CDL2B	0,696	0,597	0,927	0,053
CDL	CDL3B	1,808	0,521	0,841	0,047
CDL	CDL4	1,065	0,417	0,887	0,037
MRL	MRL2B	0,481	0,462	0,871	0,113
MRL	MRL3B	1,926	0,641	0,559	0,171
MRL	MRL4	0,917	0,334	0,731	0,081
MLT	MLT2B	2,815	0,915	0,574	0,137
MLT	MLT3B	3,238	0,734	0,507	0,109
MLT	MLT4	1,699	0,716	0,694	0,099
MAN	MAN2B	46,394	17,19	0,62	0,137
MAN	MAN3B	62,613	18,138	0,495	0,146
MAN	MAN4	53,181	14,281	0,546	0,112
PMPL	PMPL2B	0,169	0,354	0,865	0,19
PMPL	PMPL3B	0,951	0,306	0,478	0,177
THICK	THICK2B	0,281	0,308	0,566	0,361
THICK	THICK3B	0,719	0,307	0,068	0,455
THICK	THICK4	0,546	0,159	0,129	0,12
AP	AP2B	-0,437	0,217	1,343	0,16
AP	AP3B	-0,055	0,27	1,161	0,218

Tabla 30. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas de peso en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Coeficientes no estandarizados			
		Cte. B	SD. cte. B	Var. Indpte. B	SD. Var. Indpte.
WEIGHT1	WEIGHT2	-0,039	0,205	0,999	0,004
WEIGHT1	WEIGHT3	-0,532	0,252	1,007	0,005
WEIGHT2	WEIGHT3	-0,463	0,268	1,008	0,005

Tabla 31. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Cofte. estand.beta	t Cte.	t Var. Indpt.	Sig. Cte.	Sig. Var. Indpt.
artHML_L1	artHML_L2	0,987	2,197	71,335	0,3	0,000
artHML_R1	artHML_R2	0,978	2,543	54,744	0,012	0,000
artTML_L1	artTML_L2	0,963	1,632	19,992	0,105	0,000
artTML_R1	artTML_R2	0,806	5,368	15,863	0	0,000
artGNI1	artGNI2	0,994	0,732	106,996	0,465	0,000
artXRL_L1	artXRL_L2	0,974	1,65	50,384	0,101	0,000
artXRL_R1	artXRL_R2	0,982	0,621	61,414	0,536	0,000
artMRL_L1	artMRL_L2	0,984	1,91	53,019	0,059	0,000
artMRL_R1	artMRL_R2	0,996	0,455	108,754	0,65	0,000
artAP_L1	artAP_L2	0,993	0,526	80,751	0,6	0,000
artAP_R1	artAP_R2	0,982	2,629	52,302	0,01	0,000
artCDL_1	artCDL_2	0,997	1,382	145,373	0,169	0,000
artGOG_1	artGOG_2	0,993	1,759	96,114	0,081	0,000
artPMPL_L1	artPMPL_L2	0,983	0,769	61,569	0,446	0,000
artPMPL_R1	artPMPL_R2	0,988	0,138	72,445	0,891	0,000
artTHICK_L1	artTHICK_L2	0,961	2,104	40,669	0,037	0,000
artTHICK_R1	artTHICK_R2	0,935	0,656	30,545	0,513	0,000
artNECK_L1	artNECK_L2	0,817	3,784	16,623	0	0,000
artNECK_R1	artNECK_R2	0,834	4,105	17,711	0	0,000

Tabla 32. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Cofte. estand.beta	t Cte.	t Var. Indpt.	Sig. Cte.	Sig. Var. Indpt.
Ameshsquare	Bmeshsquare	0,754	5,432	9,611	0	0,000
Ameshsquare	Cmeshsquare	0,332	4,842	0,332	0	0,208
Bmeshsquare	Cmeshsquare	0,981	1,634	18,052	0,126	0,000
Ameshvolume	Bmeshvolume	0,971	1,281	29,993	0,206	0,000
Ameshvolume	Cmeshvolume	0,52	3,031	1,924	0,013	0,083
Bmeshvolume	Cmeshvolume	0,93	1,101	7,984	0,297	0,000
meshsquare1	meshsquare2	0,608	8,186	6,317	0	0,000
meshsquare1	meshsquare3	0,79	4,74	4,819	0	0,000
meshsquare2	meshsquare3	0,674	0,405	3,416	0,692	0,004
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh1	0,01	44,669	0,126	0	0,900
C1closedcontourmesh1	C2closedcontourmesh2	0,219	-0,399	1,841	0,691	0,070
C1closedcontourmesh3	C2closedcontourmesh3	0,175	-0,231	0,664	0,82	0,518
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	-0,05	103,882	-0,559	0	0,550
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	0,076	-3,82	0,619	0,704	0,538
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	0,099	-0,241	0,374	0,813	0,714
C1areamesh1	C1areamesh2	0,153	27,123	1,274	0	0,207
C1areamesh1	C1areamesh3	0,039	14,585	0,144	0	0,887
C1areamesh2	C1areamesh3	1	-1,464	485,08	0,165	0,000
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	-0,5	103,882	-0,599	0	0,550
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	0,076	-0,382	0,619	0,704	0,538
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	0,099	-0,241	0,374	0,813	0,714
C1perimetermesh1	C1perimetermesh2	0,001	69,681	0,006	0	0,996
C1perimetermesh1	C1perimetermesh3	-0,066	30,823	-0,248	0	0,808
C1perimetermesh2	C1perimetermesh3	1	-2,234	2852,1	0,042	0,000
C2perimetermesh1	C2perimetermesh2	0,979	0,863	38,671	0,391	0,000
C2perimetermesh1	C2perimetermesh3	0,982	-0,11	19,473	0,914	0,000
C2perimetermesh2	C2perimetermesh3	0,988	0,518	23,485	0,612	0,000

Tabla 32 (continuación). Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas volumétricas en modelos tridimensionales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Cofte. estand.beta	t Cte.	t Var. Indpt.	Sig. Cte.	Sig. Var. Indpt.
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE2BIS	0,562	6,11	2,256	0	0,045
MESH SQUARE1BIS	MESH SQUARE3BIS	0,556	6,003	2,216	0	0,049
MESH SQUARE2BIS	MESH SQUARE3BIS	0,995	-0,074	75,655	0,941	0,000
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME2BIS	0,559	4,199	2,234	0,001	0,047
MESH VOLUME1BIS	MESH VOLUME3BIS	0,583	4,122	2,38	0,002	0,037
MESH VOLUME2BIS	MESH VOLUME3BIS	0,774	4,06	10,456	0	0,000
C1areamesh1BIS	C2areamesh1BIS	-0,168	34,417	-1,34	0	0,185
C1areamesh2BIS	C2areamesh2BIS	0,944	-0,521	9,444	0,613	0,000
C1areamesh3BIS	C2areamesh3BIS	0,992	0,301	61,579	0,764	0,000
C1areamesh1BIS	C1areamesh2BIS	0,846	2,515	5,263	0,029	0,000
C1areamesh1BIS	C1areamesh3BIS	0,86	2,416	5,58	0,034	0,000
C1areamesh2BIS	C1areamesh3BIS	-0,187	30,238	-1,499	0	0,139
C2areamesh1BIS	C2areamesh2BIS	0,749	2,464	3,755	0,031	0,003
C2areamesh1BIS	C2areamesh3BIS	0,787	2,437	4,232	0,033	0,001
C2areamesh2BIS	C2areamesh3BIS	0,562	6,11	2,256	0	0,045

Tabla 33. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales clásicas en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Cofte. estand.beta	t Cte.	t Var. Indpt.	Sig. Cte.	Sig. Var. Indpt.
GNI	GNI2B	0,972	-0,706	20,812	0,486	0,000
GNI	GNI3B	0,967	0,893	19,381	0,38	0,000
GNI	GNI4	0,856	1,691	14,97	0,095	0,000
HML	HML2B	0,845	0,49	7,89	0,628	0,000
HML	HML3B	0,782	1,304	6,398	0,204	0,000
HML	HML4	0,829	2,009	13,489	0,048	0,000
TML	TML2B	0,4	2,178	2,184	0,039	0,039
TML	TML3B	0,123	2,674	0,631	0,013	0,533
TML	TML4	0,154	-0,306	1,42	0,76	0,159
GOG	GOG2B	0,944	0,123	14,259	0,903	0,000
GOG	GOG3B	0,933	2,822	13,208	0,009	0,000
GOG	GOG4	0,931	2,074	22,694	0,041	0,000
CDL	CDL2B	0,965	1,166	17,526	0,256	0,000
CDL	CDL3B	0,965	3,469	17,935	0,002	0,000
CDL	CDL4	0,945	2,552	23,889	0,013	0,000
MRL	MRL2B	0,844	1,041	7,707	0,308	0,000
MRL	MRL3B	0,539	3,006	3,26	0,006	0,003
MRL	MRL4	0,716	2,741	9,01	0,008	0,000
MLT	MLT2B	0,642	3,075	4,188	0,005	0,000
MLT	MLT3B	0,675	4,411	4,663	0	0,000
MLT	MLT4	0,616	2,373	7,039	0,02	0,000
MAN	MAN2B	0,672	2,699	4,54	0,012	0,000
MAN	MAN3B	0,553	3,452	3,384	0,002	0,002
MAN	MAN4	0,48	3,724	4,891	0	0,000
PMPL	PMPL2B	0,681	0,477	4,558	0,638	0,000
PMPL	PMPL3B	0,475	3,111	2,695	0,005	0,012
THICK	THICK2B	0,299	0,913	1,567	0,37	0,130
THICK	THICK3B	0,029	2,342	0,15	0,027	0,882
THICK	THICK4	0,121	3,446	1,072	0,001	0,287
AP	AP2B	0,859	-2,012	8,398	0,055	0,000
AP	AP3B	0,722	-0,205	5,321	0,839	0,000

En **azul** se remarcan aquellas variables con peor significación y, por tanto, reproducibilidad.

Tabla 34. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas de peso en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables.

Var. Dpte.	Var. Indpte.	Cofte. estand.beta	t Cte.	t Var. Indpt.	Sig. Cte.	Sig. Var. Indpt.
WEIGHT1	WEIGHT2	1	-0,189	255,191	0,851	0,000
WEIGHT1	WEIGHT3	1	-2,113	211,698	0,042	0,000
WEIGHT2	WEIGHT3	1	-1,73	199,153	0,092	0,000

7.5. DIFERENCIAS EN LA LATERALIDAD DE LA MEDIDA

Se ha realizado una prueba t de Student para identificar si existen diferencias estadísticamente significativas con referencia a la lateralidad de la medida.

Tabla 35. Valores estadísticos que describen las medidas lineales de perímetro (mm) y área (mm²) en mandíbula y sus diferencias en lateralidad.

PARAM1	PARAM2	MEDIA1	MEDIA2	N	SD1	SD2	CORR	t	Sig (bil.)
meanHML_L	meanHML_R	26,59	26,41	138	4,94	4,73	0,84	0,781	0,436
meanTML_L	meanTML_R	9,94	10,43	138	2,20	2,34	0,733	-3,468	0,001
meanXRL_L	meanXRL_R	62,75	61,65	138	6,48	6,54	0,67	2,428	0,016
meanMRL_L	meanMRL_R	39,87	39,74	86	3,77	4,64	0,678	0,352	0,726
meanAP_L	meanAP_R	17,11	17,64	91	4,55	4,15	0,65	-1,39	0,168
meanPMPL_L	meanPMPL_R	18,75	18,90	132	2,23	2,30	0,844	-1,33	0,186
meanTHICK_L	meanTHICK_R	7,86	7,71	136	2,01	1,35	0,513	1,03	0,305
meanNECK_L	meanNECK_R	8,50	8,50	139	1,46	1,50	0,658	0,027	0,978

PARAM1: primera medida de la variable; PARAM2: segunda medida de la variable; MEDIA1: media de la primera medida de la variable; MEDIA2: media de la segunda medida de la variable; N: número de modelos tridimensionales medidos; SD1: desviación estándar de la primera medida de la variable; SD2: desviación estándar de la segunda medida de la variable; CORR: coeficiente de correlación entre las 2 medidas de las variables; t: estadístico de la t de Student; Sig (bil.): significación bilateral. En azul se remarcan las variables que presentaron significación en cuanto a la lateralidad.

Tabla 35 (continuación). Valores estadísticos que describen las medidas lineales de perímetro (mm) y área (mm²) en mandíbula y sus diferencias en lateralidad.

PARAM1	PARAM2	MEAN1	MEAN2	N	SD1	SD2	CORR	t	Sig (bil.)
C1areamesh1	C2areamesh1	63,38	70,94	147	15,34	143,62	0,01	-0,635	0,527
C1perimetermesh1	C2perimetermesh1	30,81	53,13	147	3,53	288,99	-0,05	-0,936	0,351
C1areamesh2	C2areamesh2	78,62	59,34	69	120,50	15,50	0,219	1,355	0,18
C1perimetermesh2	C2perimetermesh2	63,05	29,51	68	265,18	3,57	0,076	1,044	0,3
C1areamesh3	C2areamesh3	130,90	63,71	16	246,02	13,47	0,175	1,101	0,288
C1perimetermesh3	C2perimetermesh3	167,84	30,04	16	544,44	3,40	0,099	1,013	0,327
C1areamesh1BIS	C2areamesh1BIS	62,52	56,43	75	14,47	14,16	0,774	5,482	0
C1perimetermesh1BIS	C2perimetermesh1BIS	30,53	28,42	75	14,16	4,62	0,36	3,535	0,001
C1areamesh2BIS	C2areamesh2BIS	61,88	105,43	64	385,29	3,12	-0,17	-0,898	0,372
C1perimetermesh2BIS	C2perimetermesh2BIS	30,04	49,89	64	3,12	168,67	-0,043	-0,941	0,35
C1areamesh3BIS	C2areamesh3BIS	59,62	54,05	13	17,96	14,49	0,944	3,117	0,009
C1perimetermesh3BIS	C2perimetermesh3BIS	29,91	28,25	12	3,62	3,30	0,929	4,291	0,001

PARAM1: primera medida de la variable; PARAM2: segunda medida de la variable; MEAN1: media de la primera medida de la variable; MEAN2: media de la segunda medida de la variable; N: número de modelos tridimensionales medidos; SD1: desviación estándar de la primera medida de la variable; SD2: desviación estándar de la segunda medida de la variable; CORR: coeficiente de correlación entre las 2 medidas de las variables; t: estadístico de la t de Student; Sig (bil.): significación bilateral. En azul se remarcan las variables que presentaron significación en cuanto a la lateralidad.

7.6. CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS Y MODELOS TRIDIMENSIONALES MEDIANTE ÁRBOLES DE DECISIONES

Los árboles de clasificación crean un modelo de clasificación basado en diagramas de flujo. Clasifican casos en grupos o pronostican valores de una variable dependiente (criterio) basada en valores de variables independientes. [108].

Las mayores ventajas de un árbol de decisión radican en [109].

- Facilita la interpretación de la decisión adoptada.
- Explica el comportamiento respecto a una determinada decisión.
- Reduce el número de variables independientes.

Se han clasificado los modelos tridimensionales y las muestras reales en base al sexo de los individuos y para cada una de las variables mediante los siguientes 4 algoritmos: CHAID (Chi-square automatic interaction detector), CHAID exhaustivo, CRT (Classification and regression tree) y QUEST (Quick, unbiased, efficient, statistical tree) que proporciona los siguientes porcentajes de clasificación para todas las variables objeto de estudio. El algoritmo CHAID no discriminó los sexos en ramas para un 95% de confianza. Sin embargo los otros 3 algoritmos funcionaron correctamente.

A continuación se muestra un ejemplo de árbol de 2 y 3 ramas para una mejor comprensión de los resultados.

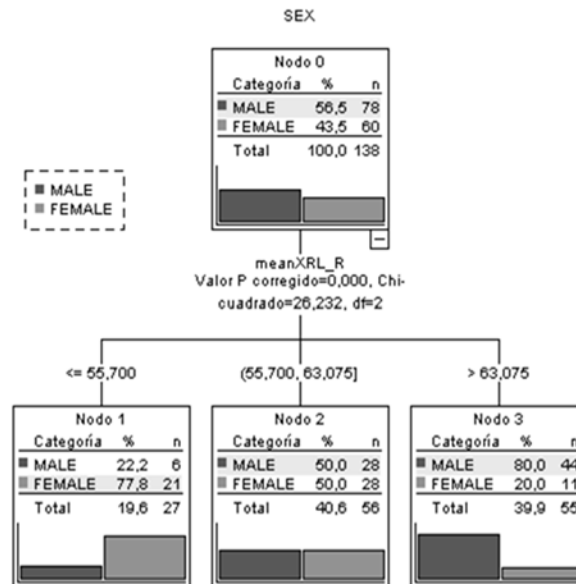


Fig. 28 Árbol de 3 ramas para la variable meanXRL_R realizado con el algoritmo CHAID EXHAUSTIVO.

Se puede apreciar como en las ramas de ambos extremos hay un alto porcentaje de individuos bien clasificados con un 77,8% de individuos femenino con valores por debajo de 55,700 mm y un 80% de individuos masculinos con valores por encima de 63,075. Entre los valores 55,700 y 63,075 se encuentra la misma proporción de individuos masculinos que femeninos.

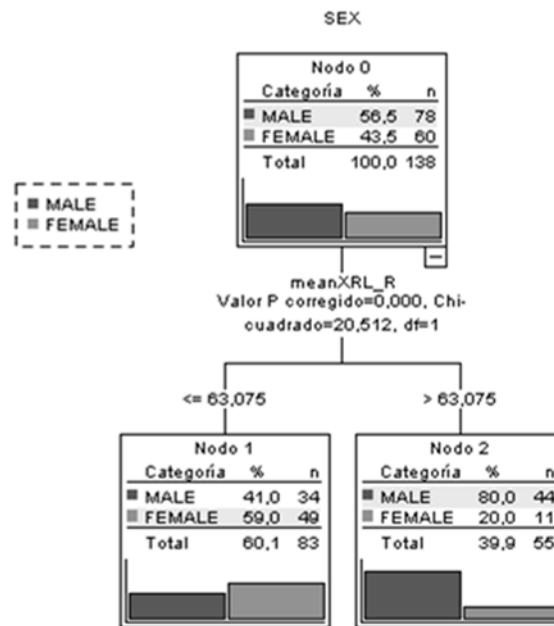


Fig. 29 *Árbol de 2 ramas para la variable meanXRL_R realizado con el algoritmo CHAID EXHAUSTIVO. Se puede apreciar como al eliminar la rama central, los 2 grupos se encuentran más mezclados.*

En la **Tabla 36** se resumen los resultados obtenidos utilizando el algoritmo de CHAID exhaustivo para dicha clasificación con un 95% de confianza y realizando una validación cruzada de los resultados obtenidos.

Tabla 36. Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CHAID exhaustivo.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
artHML_L1 (mm)	≤ 19,14	15,4	84,6
	(19,14 – 30,27)	53,3	46,5
	≥ 30,27	85,2	14,8
artHML_L1 (mm)	≤ 30,27	85,2	14,8
	≥ 30,27	49,1	50,9
artHML_L2 (mm)	≤ 25,75	38,2	61,8
	≥ 25,75	67,9	32,1
meanHML_L (mm)	≤ 22,515	29,6	70,4
	(22,515 – 32,5)	58,2	41,8
	≥ 32,5	92,9	7,1
artHML_R1 (mm)	≤ 26,66	36,2	63,8
	(26,66 – 30,14)	66,7	33,3
	≥ 30,14	92,6	7,4
artHML_R1 (mm)	≤ 26,66	36,2	63,8
	≥ 26,66	76,8	23,2
artHML_R2 (mm)	≤ 27,06	36,2	63,8
	≥ 27,06	76,8	23,2
artTML_L2 (mm)	≤ 8,43	31,7	68,3
	≥ 8,43	66,3	33,7
meanTML (mm)	≤ 8,64	34,1	65,9
	≥ 8,64	65,3	34,7
artGNI_1 (mm)	≤ 27,51	33,3	66,7
	(27,51 – 34,17)	54,3	45,7
	≥ 34,17	92,9	7,1
artGNI_1 (mm)	≤ 27,51	33,3	66,6
	≥ 27,51	65,3	34,7
artGNI_2 (mm)	≤ 15,89	28,6	71,4
	≥ 15,89	75	25
meanGNI (mm)	≤ 25,825	25	75
	(25,825 – 34,1)	53,6	46,4
	≥ 34,1	92,9	7,1
artXRL_L1 (mm)	≤ 57,82	14,3	85,7
	(57,82 – 68,41)	58,3	41,7
	≥ 68,41	89,3	10,7
artXRL_L2 (mm)	≤ 57,65	10,7	89,3
	(57,65 – 67,66)	59,5	40,5
	≥ 67,66	89,3	10,7
meanXRL_L (mm)	≤ 57,98	10,7	89,3
	(57,98 – 67,945)	59,5	40,5
	≥ 67,945	89,3	10,7
artXRL_R1 (mm)	≤ 55,73	22,2	84,6
	(55,73 – 62,9)	46,4	40,5
	≥ 62,9	83,6	18,5
artXRL_R1 (mm)	≤ 62,9	38,6	61,4
	≥ 62,9	83,6	16,4
artXRL_R2 (mm)	≤ 62,96	41	59
	≥ 62,96	80	20
meanXRL_R (mm)	≤ 55,7	22,2	77,8
	(55,7 – 63,075)	50	50
	≥ 63,075	80	20

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 36 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CHAID exhaustivo.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
meanXRL_R (mm)	≤ 55,7	22,2	77,8
	(55,7 – 63,075)	50	50
	≥ 63,075	80	20
meanXRL_R (mm)	≤ 63,075	41	59
	≥ 63,075	80	20
artMRL_R1 (mm)	≤ 34,28	10	90
	(34,28 – 41,24)	46,3	53,7
	≥ 41,24	78,6	21,4
artMRL_R1 (mm)	≤ 41,24	40,6	59,4
	≥ 41,24	78,6	21,4
artMRL_R2 (mm)	≤ 38,78	32,6	67,4
	≥ 38,78	81	19
meanMRL_R (mm)	≤ 34,255	10	90
	(34,255 – 41,125)	44,4	55,6
	≥ 41,125	81	19
meanMRL_R (mm)	≤ 41,125	39,1	60,9
	≥ 41,125	81	19
artAP_L1 (mm)	≤ 15,89	33,3	66,7
	≥ 15,89	69,5	30,5
artAP_L2 (mm)	≤ 15,9	30,8	69,2
	≥ 15,9	70	30
meanAP_L (mm)	≤ 15,895	33,3	66,7
	≥ 15,895	69,5	30,5
artAP_R1 (mm)	≤ 15,84	28,6	71,4
	≥ 15,84	75	25
artAP_R2 (mm)	≤ 15,89	28,6	71,4
	≥ 15,89	75	25
meanAP_R (mm)	≤ 15,615	28,6	71,4
	≥ 15,615	75	25
artCDL_1 (mm)	≤ 102,85	15,4	84,6
	(102,85 – 114,39)	52,4	47,6
	≥ 114,39	78	22
artCDL_1 (mm)	≤ 114,39	47,4	52,6
	≥ 114,39	78	22
artCDL_2 (mm)	≤ 102,87	15,4	84,6
	(102,87 – 116,71)	55,2	44,8
	≥ 116,71	81,5	18,5
meanCDL (mm)	≤ 102,77	15,4	84,6
	(102,77 – 116,22)	55,2	44,8
	≥ 116,22	81,5	18,5
artGOG_1 (mm)	≤ 91,22	32,7	67,3
	(91,22 – 98,9)	60,7	39,3
	≥ 98,9	92,9	7,1
artGOG_2 (mm)	≤ 96,41	41,2	58,8
	≥ 96,41	90,5	9,5
meanGOG (mm)	≤ 91,735	32,7	67,3
	(91,735 – 96,54)	54,8	45,2
	≥ 96,54	88,1	11,9

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 36 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CHAID exhaustivo.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
artPMPL_R2 (mm)	≤ 18,33 ≥ 18,33	34 70	66 30
meanPMPL_R (mm)	≤ 18,465 ≥ 18,465	35,8 68,8	64,2 31,2
Ameshsquare (mm ²)	≤ 12349,52 ≥ 18024,41	0 96,6	100 3,4
Bmeshsquare (mm ²)	≤ 15458,56 ≥ 15458,56	25,4 79,8	74,6 20,2
Ameshvolume (mm ³)	≤ 39034,2 (39034,2 – 52530,72) ≥ 52530,72	23,1 61,5 88,5	76,9 38,5 11,5
Bmeshsquare (mm ²)	≤ 14835,64 ≥ 14835,64	14,8 70,7	85,2 29,3
Bmeshvolume (mm ³)	≤ 29311,35 ≥ 49929,22	0 72,2	100 27,8
meshsquare1 (mm ²)	≤ 1359,48 (1359,48 – 1590,13) ≥ 1590,13	41,2 63,4 88,9	58,8 36,6 11,1
meshsquare1 (mm ²)	≤ 1359,48 ≥ 1359,48	41,2 73,5	58,8 26,5
meshvolume1 (mm ³)	≤ 2583,05 (2583,05 – 3252,42) ≥ 3252,42	37,7 58,5 80	62,3 41,5 20
C2perimetermesh1 (mm)	≤ 30,35 ≥ 30,35	45,1 75,9	54,9 24,1
MESH SQUARE1BIS (mm ²)	≤ 1375,8 ≥ 1375,8	30,2 78,6	69,8 21,4
MESH VOLUME1BIS (mm ³)	≤ 2289,72 ≥ 2289,72	17,9 69,8	82,1 30,2
C1areamesh1BIS (mm ²)	≤ 43,52 ≥ 82,27	0 100	100 0
C1perimetermesh1BIS (mm)	≤ 28,92 (28,92 – 32,55) ≥ 32,55	25 51,7 92,9	75 48,3 7,1
C1perimetermesh1BIS (mm)	≤ 28,92 ≥ 28,92	25 65,1	75 34,9
C2perimetermesh1BIS (mm)	≤ 31,25 ≥ 31,25	38,6 92,9	61,4 7,1
MESH SQUARE2BIS (mm ²)	≤ 1204,48 ≥ 1204,48	20,8 63,9	79,2 36,1
MESH VOLUME2BIS (mm ³)	≤ 2257,54 ≥ 2257,54	16,7 66,7	83,3 33,3
C2perimetermesh1BIS (mm)	≤ 28,92 ≥ 32,28	20,8 91,7	79,2 8,3

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 36 (continuación). Intervalos de clasificación para los parámetros lineales mandibulares (cm) para el algoritmo CHAID exhaustivo.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
HML	≤ 1,7	12,5	87,5
	(1,7 – 2,6)	49	51
	≥ 2,6	80	20
HLM3B	≤ 2	0	100
	≥ 2	70,6	29,4
HML4	≤ 2,51	27,7	72,3
	≥ 2,51	75	25
TML4	≤ 0,93	6,7	93,3
	≥ 0,93	56,2	43,8
GOG	≤ 9,7	31,1	68,9
	≥ 9,7	100	0
GOG3B	≤ 9,4	21,1	78,9
	≥ 9,4	100	0
GOG4	≤ 9,09	17,4	82,6
	(9,09 – 10,02)	48,7	51,3
	≥ 10,02	92,9	7,1
GOG4	≤ 9,4	17,4	82,6
	≥ 9,4	60,4	39,6
CDL1B	≤ 10,8	14,3	85,7
	(10,8 – 11,2)	100	0
	≥ 11,2	40	60
CDL2B	≤ 11,1	0	100
	≥ 11,1	73,3	26,7
MLT	≤ 6,1	20	80
	(6,1 – 7,3)	47,3	52,7
	≥ 7,3	93,3	6,7
PMPL	≤ 1,9	41,8	58,2
	≥ 1,9	86,7	13,3

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

En la **Tabla 37** se resumen dichos resultados obtenidos utilizando el algoritmo de QUEST para dicha clasificación con un 95% de confianza y realizando una validación cruzada de los resultados obtenidos. QUEST crea árboles binarios precisos de forma rápida y eficaz.

Tabla 37. Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo QUEST.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
artHML_L1 (mm)	≤ 24,262	33,3	66,7
	> 24,262	65	35
artHML_L2 (mm)	≤ 24,062	32,5	67,5
	> 24,062	65,7	34,3
meanHML_L (mm)	≤ 24,17	33,3	28,1
	> 24,17	65	35
artHML_R1 (mm)	≤ 24,826	30,2	69,8
	> 24,826	68,4	31,6
artHML_R2 (mm)	≤ 24,714	30,4	63,8
	> 24,714	69,6	23,2
meanHML_R (mm)	≤ 24,776	35,6	67,4
	> 24,776	68,5	31,5
artTML_L1 (mm)	≤ 9,339	42,4	57,6
	> 9,339	66,2	33,8
artTML_L2 (mm)	≤ 8,438	31,7	68,3
	> 8,438	66,3	33,7
meanTML_L (mm)	≤ 8,814	36,4	63,6
	> 8,814	65,3	34,7
artTML_R2 (mm)	≤ 9,513	48,3	51,7
	> 9,513	62,5	37,5
meanTML_R (mm)	≤ 8,868	44,7	55,3
	> 8,868	61	39
artGNI_1 (mm)	≤ 27,76	32,6	67,4
	> 27,76	66	34
artGNI_2 (mm)	≤ 27,743	37	63
	> 27,743	64,9	35,1
meanGNI (mm)	≤ 27,756	34,1	65,9
	> 27,756	65,6	34,4
artXRL_L1 (mm)	≤ 60,881	34,9	65,1
	> 60,881	72,7	27,3
artXRL_L2 (mm)	≤ 60,943	35,1	64,9
	> 60,943	69,9	30,1
meanXRL_L	≤ 60,936	33,9	66,1
	> 60,936	71,6	28,4
artXRL_R1	≤ 59,946	32,8	67,2
	> 59,946	75,3	24,7
artXRL_R2	≤ 59,81	35	65
	> 59,81	73,1	26,9
meanXRL_R	≤ 59,905	35,5	64,5
	> 59,905	73,3	26,3
artMRL_L1 (mm)	≤ 37,75	41,4	58,6
	> 37,75	65,1	34,9
artMRL_L2 (mm)	≤ 37,836	41,4	58,6
	> 37,836	65,1	34,9
meanMRL_L (mm)	≤ 37,797	41,4	58,6
	> 37,797	65,1	34,9

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 37 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo QUEST.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
artMRL_R1 (mm)	≤ 37,011	30,8	69,2
	> 37,011	72,2	27,8
artMRL_R2 (mm)	≤ 37,024	25	75
	> 37,024	72,1	27,9
meanMRL_R (mm)	≤ 37,025	28	72
	> 37,025	64,2	35,8
artAP_L1 (mm)	≤ 17,914	45	55
	> 17,914	71,1	28,9
artAP_L2 (mm)	≤ 17,12	38	62
	> 17,12	71,4	28,6
meanAP_L (mm)	≤ 17,878	43,3	56,7
	> 17,878	73,7	26,3
artAP_R1 (mm)	≤ 16,755	31,9	68,1
	> 16,755	76,3	23,7
artAP_R2 (mm)	≤ 16,733	33,3	66,7
	> 16,733	78,2	21,8
meanAP_R (mm)	≤ 16,758	31,2	68,8
	> 16,758	77,6	22,4
artCDL_1 (mm)	≤ 108,917	42,2	57,8
	> 108,917	63,7	36,3
artCDL_2 (mm)	≤ 108,874	39,5	60,5
	> 108,874	64,5	35,5
meanCDL (mm)	≤ 108,898	42,2	57,8
	> 108,898	63,7	36,3
artGOG_1 (mm)	≤ 91,233	32,7	67,3
	> 91,233	71,4	28,6
artGOG_2 (mm)	≤ 91,452	32,1	67,9
	> 91,452	70,9	29,1
meanGOG (mm)	≤ 91,343	33,3	66,7
	> 91,343	70,6	29,4
artPMPL_L1	≤ 17,546	39	61
	> 17,546	63,9	36,1
artPMPL_L2	≤ 17,474	41	59
	> 17,474	62,6	37,4
meanPMPL_L	≤ 17,519	39,5	60,5
	> 17,519	63	37
artPMPL_R1	≤ 17,947	37,8	62,2
	> 17,947	64,8	35,2
artPMPL_R2 (mm)	≤ 18,018	37	63
	> 18,018	65,5	34,5
meanPMPL_R (mm)	≤ 17,991	36,2	63,8
	> 17,991	66,3	33,7
artTHICK_L1 (mm)	≤ 8,588	51,4	48,6
	> 8,588	70,6	29,4
artTHICK_L2 (mm)	≤ 8,579	51,5	48,5
	> 8,579	69,4	30,6
meanTHICK_L (mm)	≤ 8,578	52,9	47,1
	> 8,578	65,7	34,3
artNECK_L1 (mm)	≤ 7,545	40,5	59,5
	> 7,545	61,2	38,8

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 37 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo QUEST.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
Ameshsquare (mm²)	≤ 15144,05	25,9	74,1
	> 15144,05	76,6	23,4
Ameshvolume (mm³)	≤ 42953,049	37,5	62,5
	> 42953,049	68,9	31,1
Bmeshsquare (mm²)	≤ 16065,657	24,2	75,8
	> 16065,657	71,4	28,6
Bmeshvolume (mm³)	≤ 42202,468	20,7	79,3
	> 42202,468	63,6	36,4
meshsquare1 (mm²)	≤ 1348,214	42,4	57,6
	> 1348,214	71,4	28,6
meshvolume1 (mm³)	≤ 2721,356	39,3	60,7
	> 2721,356	71,2	28,8
C1areamesh1 (mm)	≤ 54,923	44,4	55,6
	> 54,923	63,7	36,3
C1perimetermesh1 (mm)	≤ 28,96	46,8	53,2
	> 28,96	62,9	37,1
C2perimetermesh2 (mm)	≤ 27,811	36,8	63,2
	> 27,811	59,1	40,9

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 37 (continuación). Intervalos de clasificación para los parámetros lineales mandibulares (cm) para el algoritmo QUEST.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
GNI	≤ 2,4	32,4	67,4
	> 2,4	62	38
GNI1B	≤ 2,19	27,3	72,7
	> 2,19	56,2	43,8
GNI2B	≤ 2,49	18,2	81,8
	> 2,49	60	40
GNI3B	≤ 2,35	18,2	81,8
	> 2,35	62,5	37,5
GNI4	≤ 2,526	32,5	67,5
	> 2,526	60,5	39,5
HML	≤ 2,15	34,3	65,7
	> 2,15	59,6	40,4
HLM1B	≤ 2,09	0	100
	> 2,09	66,7	33,3
HLM2B	≤ 2,39	9,1	90,9
	> 2,39	66,7	33,3
HLM3B	≤ 2,19	16,7	83,3
	> 2,19	66,7	33,3
HML4	≤ 2,297	25	75
	> 2,297	69,2	30,8
TML4	≤ 1,049	34,1	65,9
	> 1,049	62,9	37,1
GOG	≤ 9,32	24,4	75,6
	> 9,32	79,5	20,5
GOG1B	≤ 9,09	28,6	61,5
	> 9,09	71,4	38,5
GOG2B	≤ 9,41	18,8	80
	> 9,41	81,2	20
GOG3B	≤ 9,32	22,2	88,9
	> 9,32	77,8	11,1
GOG4	≤ 9,514	27,5	69,4
	> 9,514	72,5	30,6
CDL	≤ 10,85	37,5	59,6
	> 10,85	62,5	40,4
CDL1B	≤ 10,76	11,1	61,1
	> 10,76	88,9	38,9
CDL2B	≤ 11,3	26,7	63,4
	> 11,3	73,3	36,4
CDL3B	≤ 11,06	21,4	66,2
	> 11,06	78,6	30,8
MRL	≤ 3,96	44	55,6
	> 3,96	56	44,4
MRL2B	≤ 4,16	21,4	72,7
	> 4,16	78,6	27,3
MRL4	≤ 4,133	27	64,9
	> 4,133	73	35,1

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 37 (continuación). Intervalos de clasificación para los parámetros lineales mandibulares (cm) para el algoritmo QUEST.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
MLT	≤ 6,87	34,8	69,2
	> 6,87	65,2	30,8
MLT2B	≤ 6,82	29,4	66,7
	> 6,82	70,6	33,3
MLT4	≤ 7,186	30,3	58,7
	> 7,186	69,7	41,3
PMPL	≤ 1,8	41,5	58,5
	> 1,8	58,5	41,5
PMPL2B	≤ 1,89	30	50
	> 1,89	70	50
NECK	≤ 1,44	39,3	70,4
	> 1,44	60,7	29,6
NECK2B	≤ 1,38	14,3	75
	> 1,38	85,7	25
NECK3B	≤ 1,24	20	75
	> 1,24	80	25
AP	≤ 1,44	39,3	70,4
	> 1,44	60,7	29,6
AP2B	≤ 1,38	14,3	75
	> 1,38	85,7	25
AP3B	≤ 1,24	20	75
	> 1,24	80	25
WEIGHT1	≤ 45,61	19	81
	> 45,61	81	23
WEIGHT2	≤ 50,61	15,8	75
	> 50,61	84,2	25
WEIGHT3	≤ 50,62	16,7	75
	> 50,62	83,3	25

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Mientras que para el algoritmo CRT, los resultados quedan resumidos en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CRT.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
artHML_L1 (mm)	≤ 18,440	0,0	100,0
	> 32,635	100,0	0,0
artHML_L2 (mm)	≤ 24,15	32,5	67,5
	> 24,15	65,7	34,3
meanHML_L (mm)	≤ 25,195	34,7	65,3
	> 25,195	67,8	32,2
artHML_R1 (mm)	≤ 28,07	39,5	60,5
	> 28,07	84,6	15,4
artHML_R2 (mm)	≤ 28,385	41,8	58,2
	> 28,385	85,1	14,9
meanHML_R (mm)	≤ 26,67	34,8	65,2
	> 26,67	78,3	21,3
artTML_L1 (mm)	≤ 9,16	35,3	64,7
	> 9,16	68,2	31,8
artTML_L2 (mm)	≤ 8,49	31,7	68,3
	> 8,49	66,3	33,7
meanTML_L (mm)	≤ 8,55	32,5	67,5
	> 8,55	65,7	34,3
artTML_R1 (mm)	≤ 9,345	38,8	61,2
	> 9,345	66,3	33,7
artTML_R2 (mm)	≤ 9,38	43,4	56,6
	> 9,38	64,7	35,3
meanTML_R (mm)	≤ 9,105	40	60
	> 9,105	64,5	35,5
artGNI_1 (mm)	≤ 34,2	46,4	53,6
	> 34,2	92,9	7,1
artGNI_2 (mm)	≤ 26,410	24,2	75,8
	> 34,210	92,9	7,1
meanGNI (mm)	≤ 34,238	46,4	53,6
	> 34,238	92,9	7,1
artXRL_L1 (mm)	≤ 59,705	25	75
	> 59,705	71,7	28,3
artXRL_L2 (mm)	≤ 57,890	10,3	89,7
	> 67,155	90,9	9,1
meanXRL_L	≤ 57,642	7,7	92,3
	> 66,775	88,9	11,1
artXRL_R1	≤ 63,03	38,1	61,9
	> 63,03	85,2	14,8
artXRL_R2	≤ 60,26	33,9	66,1
	> 60,26	75	25
meanXRL_R	≤ 62,792	38	62
	> 62,792	81,4	18,6
artMRL_L1 (mm)	≤ 39,915	41,3	58,7
	> 39,915	73,9	26,1
artMRL_L2 (mm)	≤ 40,22	40	60
	> 40,22	74,5	25,5
meanMRL_L (mm)	≤ 40,298	40,4	59,6
	> 40,298	75,6	24,4

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 38 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CRT.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
artMRL_R1 (mm)	≤ 41,27	40	60
	> 41,27	80,5	19,5
artMRL_R2 (mm)	≤ 41,095	38,1	61,9
	> 41,095	81,4	18,6
meanMRL_R (mm)	≤ 41,1	38,1	61,9
	> 41,1	81,4	18,6
artAP_L1 (mm)	≤ 16,13	31,7	68,3
	> 16,13	71,9	28,1
artAP_L2 (mm)	≤ 16,8	32,6	67,4
	> 16,8	73,6	26,4
meanAP_L (mm)	≤ 15,638	29,7	70,3
	> 15,638	70,5	29,5
artAP_R1 (mm)	≤ 16,925	31,2	68,8
	> 16,925	77,6	22,4
artAP_R2 (mm)	≤ 16,105	26,7	73,3
	> 16,105	78,7	21,3
meanAP_R (mm)	≤ 16,798	30,6	69,4
	> 16,798	78,9	21,1
artCDL_1 (mm)	≤ 104,365	22,7	77,3
	> 104,365	78	22
artCDL_2 (mm)	≤ 104,385	20	80
	> 104,385	82,1	17,9
meanCDL (mm)	≤ 104,218	20	80
	> 104,218	76,7	23,3
artGOG_1 (mm)	≤ 97,055	43,7	56,3
	> 97,055	91,7	8,3
artGOG_2 (mm)	≤ 96,285	39,4	60,6
	> 96,285	91,1	8,9
meanGOG (mm)	≤ 96,302	40,4	59,6
	> 96,302	88,9	11,1
artPMPL_L1 (mm)	≤ 16,895	29,6	70,4
	> 16,895	63,1	36,9
artPMPL_L2 (mm)	≤ 16,93	30	70
	> 16,93	72,5	27,5
meanPMPL_L (mm)	≤ 16,91	30	70
	> 16,91	63,9	36,1
artPMPL_R1 (mm)	≤ 18,17	35,4	64,6
	> 18,17	67,1	32,9
artPMPL_R2 (mm)	≤ 18,355	34	66
	> 18,355	70	30
meanPMPL_R (mm)	≤ 18,418	34,6	65,4
	> 18,418	69,1	30,9
artTHICK_L1 (mm)	≤ 10,035	52,7	47,3
	> 10,035	100	0
meanTHICK_L (mm)	≤ 9,825	52	48
	> 9,825	92,9	7,1
artTHICK_R2 (mm)	≤ 9,475	53,6	46,4
	> 9,475	83,3	16,7

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 38 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CRT.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
Ameshsquare (mm ²)	≤ 15606,59	25	75
	> 15606,59	80,7	19,3
Ameshvolume (mm ³)	≤ 40122,475	23,3	76,7
	> 40122,475	71,3	28,7
Bmeshsquare (mm ²)	≤ 15210,22	14,3	85,7
	> 15210,22	92,9	7,1
Bmeshvolume (mm ³)	≤ 32651,945	0	100
	> 32651,945	76,5	23,5
meshsquare1 (mm ²)	≤ 1503	43,3	56,7
	> 1503	84,8	15,2
meshvolume1 (mm ³)	≤ 3096,865	44,3	55,7
	> 3096,865	80,4	19,6
C1areamesh1 (mm ²)	≤ 46,155	25	75
	> 46,155	61,7	38,3
C1perimetermesh1 (mm)	≤ 33,13	49	51
	> 33,13	84,4	15,6
C2areamesh1 (mm ²)	≤ 55,895	45,3	54,7
	> 55,895	68,1	31,9
C2perimetermesh1 (mm)	≤ 30,4	45,1	54,9
	> 30,4	75,9	24,1
meshsquare2 (mm ²)	≤ 1349,415	37,8	62,2
	> 1349,415	71,4	28,6
meshvolume2 (mm ³)	≤ 2586,08	34,4	65,6
	> 2586,08	69,7	30,3
C2perimetermesh2 (mm)	≤ 32,275	40,9	59,1
	> 32,275	76,2	23,8
MESH SQUARE1BIS (mm ²)	≤ 1199,91	18,5	81,5
	> 1199,91	68,2	31,8
MESH VOLUME1BIS (mm ³)	≤ 2265,38	14,8	85,2
	> 2265,38	70,5	29,5
C1areamesh1BIS (mm ²)	≤ 71,055	38,2	61,8
	> 71,055	87,5	12,5
C1perimetermesh1BIS (mm)	≤ 28,575	18,2	81,8
	> 28,575	92,9	7,1
C2areamesh1BIS (mm ²)	≤ 44,73	7,7	92,3
	> 44,73	58,6	41,4
C2perimetermesh1BIS (mm)	≤ 25,245	10	90
	> 25,245	92,9	7,1
MESH VOLUME2BIS (mm ³)	≤ 2288,245	16,7	83,3
	> 2288,245	66,7	33,3
C1areamesh2BIS (mm ²)	≤ 57,455	25	75
	> 57,455	61,1	38,9
C1perimetermesh2BIS (mm)	≤ 32,385	36	64
	> 32,385	100	0
C2areamesh2BIS (mm ²)	≤ 46,71	8,3	91,7
	> 46,71	56,2	43,8
C2perimetermesh2BIS (mm)	≤ 29,075	26,7	73,3
	> 29,075	66,7	33,3

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 38 (continuación). Clasificación de intervalos para los parámetros lineales, perímetro (mm), área (mm²) y volumen (mm³) para el algoritmo CRT.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
GNI	≤ 2,65	34,0	66,0
	> 2,65	70,3	29,7
GNI4	≤ 2,980	38,5	61,5
	> 2,980	84,6	15,4
HML	≤ 1,75	12,5	87,5
	> 1,75	80	20
HLM1B	≤ 2,00	0	100
	> 2,00	66,7	33,3
HLM2B	≤ 2,05	0	100
	> 2,05	64,7	35,3
HLM3B	≤ 2,05	0	100
	> 2,05	70,6	29,4
HML4	≤ 2,39	23,3	76,7
	> 2,39	75	25
TML	≤ 0,85	37,5	62,5
	> 0,85	65,8	34,2
TML1B	≤ 0,65	37,5	62,5
	> 0,65	54,5	45,5
TML4	≤ 0,915	0	100
	> 0,915	56,1	43,9
GOG	≤ 9,65	26,8	73,2
	> 9,65	96,4	3,6
GOG1B	≤ 8,55	0	100
	> 9,35	100	0
GOG2B	≤ 9,65	21,1	78,9
	> 9,65	100	0
GOG3B	≤ 9,45	21,1	78,9
	> 9,45	100	0
GOG4	≤ 9,735	27,7	72,3
	> 9,735	79,3	20,7
CDL	≤ 10,65	25	75
	> 10,65	60	40
CDL1B	≤ 10,85	14,3	85,7
	> 10,85	76,9	23,1
CDL2B	≤ 11,15	0	100
	> 11,15	73,3	26,7
CDL3B	≤ 10,75	0	100
	> 10,75	63,2	36,8
CDL4	≤ 10,43	0	100
	> 10,43	54	46
MRL	≤ 3,45	0	100
	> 3,45	100	0
MRL1B	≤ 2,75	20	80
	> 2,75	58,8	41,2
MRL2B	≤ 4,05	15,4	84,6
	> 4,05	75	25
MRL4	≤ 4,05	18,2	81,8
	> 4,05	68,3	31,7

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

Tabla 38 (continuación). Intervalos de clasificación para los parámetros lineales mandibulares (cm) para el algoritmo CRT.

Parámetro	Intervalo de clasificación	%H ^a	%M ^b
MLT	≤ 6,15	20	80
	> 6,15	100	0
MLT2B	≤ 6,55	16,7	83,3
	> 6,55	64,3	35,7
MLT4	≤ 7,45	36,4	63,6
	> 7,45	70,8	29,2
MAN2B	≤ 121,5	60	40
	> 121,5	31,2	68,8
MAN3B	≤ 119,5	71,4	28,6
	> 119,5	55,6	44,4
MAN4	≤ 125,5	63	37
	> 125,5	37,3	62,7
PMPL	≤ 1,95	41,8	58,2
	> 1,95	86,7	13,3
PMPL2B	≤ 1,95	33,3	66,7
	> 1,95	80	20
PMPL3B	≤ 1,75	29,4	70,6
	> 1,75	70	30
THICK2B	≤ 0,75	33,3	66,7
	> 0,85	40	60
THICK4	≤ 0,975	0	100
	> 1,545	72,7	27,3
NECK1B	≤ 0,45	27,3	72,7
	> 0,55	71,4	28,6
NECK3B	≤ 0,55	33,3	66,7
	> 0,55	83,3	16,7
AP	≤ 1,55	39,3	60,7
	> 1,55	77,3	22,7
AP1B	≤ 1,15	30	70
	> 1,15	85,7	14,3
AP2B	≤ 1,25	0	100
	> 1,25	78,6	21,4
AP3B	≤ 1,25	20	80
	> 1,25	75	25
WEIGHT1	≤ 53,5	33,3	66,7
	> 53,5	87,8	12,2
WEIGHT2	≤ 49,5	15,8	84,2
	> 49,5	75	25
WEIGHT3	≤ 49,5	16,7	83,3
	> 49,5	75	25

%H^a: Porcentaje de hombres en cada intervalo

%M^b: Porcentaje de mujeres en cada intervalo

7.7. ANÁLISIS DISCRIMINANTE UNIVARIANTE

Se procede a exponer el análisis discriminante univariante de ecuaciones de Fisher para el resultado del conjunto de las 2 poblaciones tanto para las variantes obtenidas en los modelos tridimensionales como para las medidas obtenidas directamente en las muestras originales.

Tabla 39. Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
artHML_1 (1)	I	0,871(1) - 18,999 Hombre 1,136(1) - 14,639 Mujer	0,871	65,4 Hombre 54,1 Mujer
artHML_2 (2)	I	1,248(2) - 18,199 Hombre 1,091(2) - 14,071 Mujer	0,8788	66,7 Hombre 57,4 Mujer
meanHML (3)	I	1,284(3) - 18,728 Hombre 1,122(3) - 14,454 Mujer	0,874	64,1 Hombre 55,7 Mujer
artHML_1 (4)	D	1,59(4) – 23,168 Hombre 1,351(4) – 16,91 Mujer	0,797	73,1 Hombre 68,3 Mujer
artHML_2 (5)	D	1,48(5) – 21,564 Hombre 1,262(5) – 15,872 Mujer	0,816	71,8 Hombre 66,7 Mujer
meanHML (6)	D	1,554(6) – 22,639 Hombre 1,323(6) – 16,591 Mujer	0,805	74,4 Hombre 65 Mujer
artTML_1 (7)	I	1,929(7) – 10,808 Hombre 1,733(7) – 8,86 Mujer	0,951	55,1 Hombre 62,3 Mujer
artTML_2 (8)	I	2,267(8) – 12,344 Hombre 2,037(8) – 10,103 Mujer	0,944	60,3 Hombre 55,7 Mujer
meanTML (9)	I	2,249(9) – 12,369 Hombre 2,021(9) – 10,123 Mujer	0,943	60,3 Hombre 57,4 Mujer
artTML_1 (10)	D	1,954(10) – 11,251 Hombre 1,816(10) – 9,805 Mujer	0,974	53,8 Hombre 60 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 39 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
artTML_2 (11)	D	1,719(11) – 10,02 Hombre 1,55(11) – 8,282 Mujer	0,957	60,3 Hombre 55,7 Mujer
meanTML (12)	D	2,034(12) – 11,706 Hombre 1,862(12) – 9,923 Mujer	0,962	53,8 Hombre 61,7 Mujer
artGNI_1 (13)		1,298(13) – 21,324 Hombre 1,124(13) – 16,183 Mujer	0,845	70,5 Hombre 59,7 Mujer
artGNI_2 (14)		1,302(14) – 21,367 Hombre 1,126(14) – 16,175 Mujer	0,842	70,5 Hombre 62,9 Mujer
meanGNI (15)		1,304(15) – 21,419 Hombre 1,129(15) – 16,234 Mujer	0,843	70,5 Hombre 61,3 Mujer
artXRL_1 (16)	I	1,951(16) – 64,296 Hombre 1,771(16) – 53,106 Mujer	0,787	60,3 Hombre 71 Mujer
artXRL_2 (17)	I	1,922(17) – 63,599 Hombre 1,743(17) – 52,465 Mujer	0,787	60,3 Hombre 69,4 Mujer
meanXRL (18)	I			
artXRL_1 (19)	D	1,894(19) – 61,534 Hombre 1,709(19) – 50,276 Mujer	0,777	67,9 Hombre 73,3 Mujer
artXRL_2 (20)	D	1,825(20) – 59,318 Hombre 1,663(20) – 49,364 Mujer	0,813	66,7 Hombre 71,7 Mujer
meanXRL (21)	D	1,878(21) – 61,041 Hombre 1,704(21) – 50,333 Mujer	0,793	66,7 Hombre 73,3 Mujer
artMRL_1 (22)	I	3,247(22) – 67,212 Hombre 3,053(22) – 59,505 Mujer	0,894	64,2 Hombre 64,1 Mujer
artMRL_2 (23)	I	3,136(23) – 65,001 Hombre 2,942(23) – 57,293 Mujer	0,891	66 Hombre 61,5 Mujer
meanMRL (24)	I	3,219(24) – 66,669 Hombre 3,023(24) – 58,893 Mujer	0,892	66 Hombre 61,5 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 39 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
artMRL_1 (25)	D	1,667(25) – 35,289 Hombre 1,492(25) – 28,406 Mujer	0,839	72,9 Hombre 66 Mujer
artMRL_2 (26)	D	1,673(26) – 35,429 Hombre 1,496(26) – 28,471 Mujer	0,837	74,6 Hombre 63,8 Mujer
meanMRL (27)	D	1,674(27) – 35,449 Hombre 1,498(27) – 28,511 Mujer	0,837	74,6 Hombre 63,8 Mujer
artAP_1 (28)	I	0,885(28) – 8,731 Hombre 0,753(28) – 6,516 Mujer	0,917	66,7 Hombre 65,9 Mujer
artAP_2(29)	I	0,818(29) – 8,193 Hombre 0,671(29) – 5,726 Mujer	0,89	74,1 Hombre 66,7 Mujer
meanAP (30)	I	0,899(30) + 0,759 Hombre -8,894(30) – 6,541 Mujer	0,909	70,4 Hombre 65,9 Mujer
artAP_1 (31)	D	1,427(31) – 14,239 Hombre 1,17(31) – 9,806 Mujer	0,82	68,3 Hombre 73,9 Mujer
artAP_2 (32)	D	1,346(32) – 13,339 Hombre 1,101(32) – 9,152 Mujer	0,826	66,7 Hombre 76,1 Mujer
meanAP (33)	D	1,401(33) – 13,928 Hombre 1,148(33) – 9,572 Mujer	0,822	68,3 Hombre 73,9 Mujer
artCDL_1 (34)		3,565(34) – 202,125 Hombre 3,445(34) – 188,767 Mujer	0,897	62,3 Hombre 61 Mujer
artCDL_2 (35)		3,531(35) – 200,252 Hombre 3,41(35) – 186,784 Mujer	0,895	61 Hombre 62,7 Mujer
meanCDL (36)		3,554(36) – 201,538 Hombre 3,433(36) – 188,101 Mujer	0,896	61 Hombre 61 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 39 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
artGOG_1 (37)		2,759(37) – 132,547 Hombre 2,58(37) – 115,972 Mujer	0,782	69,2 Hombre 68,9 Mujer
artGOG_2 (38)		2,698(38) – 129,829 Hombre 2,521(38) – 113,425 Mujer	0,782	70,5 Hombre 67,2 Mujer
meanGOG (39)		2,741(39) – 131,791 Hombre 2,562(39) – 115,224 Mujer	0,782	67,9 Hombre 67,2 Mujer
artPMPL_1 (40)	I	3,988(40) – 39,117 Hombre 1,771(40) – 34,674 Mujer	0,939	62,8 Hombre 56,7 Mujer
artPMPL_2 (41)	I	4,02(41) – 39,236 Hombre 1,743(41) – 34,962 Mujer	0,941	64,1 Hombre 53,3 Mujer
meanPMPL (42)	I	4,042(42) – 39,587 Hombre 1,743(42) – 35,137 Mujer	0,938	64,1 Hombre 56,7 Mujer
artPMPL_1 (43)	D			
artPMPL_2 (44)	D			
meanPMPL (45)	D			
artTHICK_1 (46)	I	2,095(46) – 9,322 Hombre 1,896(46) – 7,755 Mujer	0,962	51,3 Hombre 63,9 Mujer
artTHICK_2 (47)	I	2,034(47) – 8,994 Hombre 1,861(47) – 7,604 Mujer	0,969	42,3 Hombre 59 Mujer
meanTHICK (48)	I			
artTHICK_1 (49)	D	3,994(49) – 16,358 Hombre 3,842(49) – 15,188 Mujer	0,989	49,4 Hombre 60 Mujer
artTHICK_2 (50)	D	4,412(50) – 17,973 Hombre 4,23(50) – 16,577 Mujer	0,986	51,9 Hombre 55 Mujer
meanTHICK (51)	D	4,338(51) – 17,696 Hombre 4,166(51) – 16,375 Mujer	0,987	49,4 Hombre 56,7 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 39 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
artNECK_1 (52)	I	3,861(52) – 17,688 Hombre 3,617(52) – 15,611 Mujer	0,967	64,1 Hombre 53,2 Mujer
artNECK_2 (53)	I	3,699(53) – 16,49 Hombre 3,604(53) – 15,693 Mujer	0,995	52,6 Hombre 59,7 Mujer
meanNECK (54)	I	4,154(54) – 18,71 Hombre 3,969(54) – 17,138 Mujer	0,982	56,4 Hombre 59 Mujer
artNECK_1 (55)	D	3,661(55) – 16,649 Hombre 3,497(55) – 15,249 Mujer	0,984	56,4 Hombre 59 Mujer
artNECK_2 (56)	D	3,452(56) – 15,537 Hombre 3,32(56) – 14,428 Mujer	0,989	55,1 Hombre 60,7 Mujer
meanNECK (57)	D	3,88(57) – 17,49 Hombre 3,719(57) – 16,125 Mujer	0,986	52,6 Hombre 57,4 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 40. Funciones discriminantes para las medidas volumétricas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
Ameshsquare (58)		0,004(58) – 34,105 Hombre 0,003(58) – 24,088 Mujer	0,695	76,7 Hombre 72,6 Mujer
Ameshvolume (59)		0,001(59) – 13,138 Hombre 0(59) – 8,635 Mujer	0,798	66,7 Hombre 67,2 Mujer
Bmeshsquare (60)		0,002(60) – 17,578 Hombre 0,002(60) – 12,825 Mujer	0,832	81,8 Hombre 68,4 Mujer
Bmeshvolume (61)		0(61) – 12,827 Hombre 0(61) – 8,528 Mujer	0,793	25,9 Hombre 68,9 Mujer
Cmeshsquare (62)		0,001(62) – 5,073 Hombre 0,001(62) – 4,928 Mujer	0,999	57,1 Hombre 44,4 Mujer
Cmeshvolume (63)		0(63) – 3,511 Hombre 0(63) – 3,108 Mujer	0,991	66,7 Hombre 50 Mujer
meshsquare1 (64)		0,02(64) – 15,101 Hombre 0,017(64) – 11,656 Mujer	0,895	64,1 Hombre 69 Mujer
meshvolume1 (65)		0,005(65) – 8,965 Hombre 0,004(65) – 6,131 Mujer	0,871	63,2 Hombre 65,5 Mujer
C1areamesh1 (66)	I	0,0319(66) – 11,039 Hombre 0,294(66) – 9,481 Mujer	0,969	47,4 Hombre 56,9 Mujer
C1perimetermesh1 (67)	I	2,731(67) – 43,605 Hombre 2,593(67) – 39,374 Mujer	0,948	56,4 Hombre 62,1 Mujer
C2areamesh1 (68)	D	0,004(68) – 0,848 Hombre 0,002(68) – 0,762 Mujer	0,992	28,2 Hombre 84,5 Mujer
C2perimetermesh1 (69)	D	0,001(69) – 0,724 Hombre 0(69) – 0,698 Mujer	0,994	1,3 Hombre 100 Mujer
meshsquare2 (70)		0,01(70) – 7,405 Hombre 0,01(70) – 7,105 Mujer	0,998	64,7 Hombre 61,3 Mujer
meshvolume2 (71)		0,003(71) – 5,326 Hombre 0,003(71) – 4,306 Mujer	0,968	64,7 Hombre 67,7 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 40 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas volumétricas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
C1areamesh2 (72)	I	0,006(72) – 0,984 Hombre 0,004(72) – 0,811 Mujer	0,981	17,6 Hombre 80,6 Mujer
C1perimetermesh2 (73)	I	0,001(73) – 0,755 Hombre 0(73) – 0,7 Mujer	0,986	2,9 Hombre 100 Mujer
C2areamesh2 (74)	D	0,357(74) – 11,658 Hombre 0,319(74) – 9,46 Mujer	0,94	57,6 Hombre 61,3 Mujer
C2perimetermesh2 (75)	D	3,121(75) – 47,95 Hombre 2,915(75) – 41,928 Mujer	0,904	60,6 Hombre 56,7 Mujer
meshsquare3 (76)		0,008(76) – 5,648 Hombre 0,008(76) – 6,201 Mujer	0,992	55,6 Hombre 57,1 Mujer
meshvolume3 (77)		0,002(77) – 3,839 Hombre 0,003(77) – 4,401 Mujer	0,987	55,6 Hombre 57,1 Mujer
C1areamesh3 (78)	I	0,003(78) – 0,951 Hombre 0,001(78) – 0,733 Mujer	0,949	11,1 Hombre 100 Mujer
C1perimetermesh3 (79)	I	0,001(79) – 0,818 Hombre 0(79) – 0,695 Mujer	0,948	11,1 Hombre 100 Mujer
C2areamesh3 (80)	D	0,335(80) – 11,546 Hombre 0,324(80) – 10,796 Mujer	0,993	55,6 Hombre 42,9 Mujer
C2perimetermesh3 (81)	D	2,55(81) – 39,669 Hombre 2,449(81) – 36,637 Mujer	0,967	66,7 Hombre 57,1 Mujer
MESH SQUARE1BIS (82)		0,028(82) – 20,474 Hombre 0,024(82) – 15,071 Mujer	0,819	65,7 Hombre 72,2 Mujer
MESH VOLUME1BIS (83)		0,006(83) – 10,257 Hombre 0,005(83) – 6,694 Mujer	0,825	62,9 Hombre 72,2 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 40 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas volumétricas obtenidas en los modelos tridimensionales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
C1areamesh1BIS (84)	I	0,43(84) – 15,273 Hombre 0,357(84) – 10,762 Mujer	0,824	62,9 Hombre 69,4 Mujer
C1perimetermesh1BIS (85)	I	1,565(85) – 25,311 Hombre 1,464(85) – 22,24 Mujer	0,95	57,1 Hombre 61,1 Mujer
C2areamesh1BIS (86)	D	0,359(86) – 11,455 Hombre 0,311(86) – 8,772 Mujer	0,91	65,7 Hombre 55,6 Mujer
C2perimetermesh1BIS (87)	D	1,512(87) – 22,815 Hombre 1,415(87) – 20,059 Mujer	0,955	65,7 Hombre 63,9 Mujer
MESH SQUARE2BIS (88)		0,028(88) – 20,172 Hombre 0,025(88) – 15,879 Mujer	0,879	60,7 Hombre 65,6 Mujer
MESH VOLUME2BIS (89)		0,006(89) – 9,925 Hombre 0,005(89) – 6,995 Mujer	0,874	67,9 Hombre 68,8 Mujer
C1areamesh2BIS (90)	I	0,44(90) – 15,359 Hombre 0,375(90) – 11,32 Mujer	0,857	53,6 Hombre 68,8 Mujer
C1perimetermesh2BIS (91)	I	4,564(91) – 71,872 Hombre 4,208(91) – 61,195 Mujer	0,817	60,7 Hombre 62,5 Mujer
C2areamesh2BIS (92)	D	0(92) – 0,705 Hombre 0,001(92) – 0,763 Mujer	0,988	100 Hombre 3,1 Mujer
C2perimetermesh2BIS (93)	D	0,001(93) – 0,708 Hombre 0,002(93) – 0,773 Mujer	0,987	100 Hombre 3,1 Mujer
MESH SQUARE3BIS (94)		0,006(94) – 4,361 Hombre 0,006(94) – 5,237 Mujer	0,973	50 Hombre 28,6 Mujer
MESH VOLUME3BIS (95)		0,003(95) – 4,702 Hombre 0,002(95) – 3,406 Mujer	0,931	66,7 Hombre 42,9 Mujer
C1areamesh3BIS (96)	I	0,205(96) – 7,413 Hombre 0,172(96) – 5,389 Mujer	0,904	50 Hombre 57,1 Mujer
C1perimetermesh3BIS (97)	I	0,362(97) – 6,269 Hombre 0,393(97) – 7,265 Mujer	0,977	66,7 Hombre 28,6 Mujer
C2areamesh3BIS (98)	D	0,359(98) – 11,766 Hombre 0,278(98) – 7,299 Mujer	0,748	66,7 Hombre 42,9 Mujer
C2perimetermesh3BIS (99)	D	3,09(99) – 46,517 Hombre 2,796(99) – 38,222 Mujer	0,801	66,7 Hombre 83,3 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

Tabla 41. Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en las muestras reales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
GNI (100)		10,07(100) – 14,37 Hombre 8,325(100) – 10,039 Mujer	0,826	72,1 Hombre 56,8 Mujer
GNI1B (101)		8,539(101) – 11,26 Hombre 6,624(101) – 7,052 Mujer	0,779	75 Hombre 53,3 Mujer
GNI2B (102)		7,943(102) – 11,741 Hombre 6,3(102) – 7,645 Mujer	0,8	81,8 Hombre 60 Mujer
GNI3B (103)		8,251(103) – 11,694 Hombre 6,291(103) – 7,089 Mujer	0,751	83,3 Hombre 60 Mujer
GNI4 (104)		9,531(104) – 13,529 Hombre 8,214(104) – 10,225 Mujer	0,889	63,9 Hombre 64,3 Mujer
HML (105)	I	9,107(105) – 11,865 Hombre 7,475(105) – 8,219 Mujer	0,845	67,4 Hombre 65,9 Mujer
HML1B (106)	I	9,817(106) – 12,556 Hombre 7,096(106) – 6,89 Mujer	0,673	100 Hombre 60 Mujer
HML2B (107)	I	12,661(107) – 17,901 Hombre 9,13(107) – 9,64 Mujer	0,585	90,9 Hombre 66,7 Mujer
HML3B (108)	I	12,42(108) – 16,373 Hombre 8,854(108) – 8,662 Mujer	0,592	83,3 Hombre 66,7 Mujer
HML4 (109)	I	10,056(109) – 13,653 Hombre 7,906(109) – 8,703 Mujer	0,768	73 Hombre 71,4 Mujer
TML (110)	I	0,372(110) – 0,933 Hombre 0,284(110) – 0,833 Mujer	0,993	11,6 Hombre 93 Mujer
TML1B (111)	I	22,925(111) – 7,953 Hombre 20,994(111) – 6,781 Mujer	0,973	50 Hombre 66,7 Mujer
TML2B (112)	I	19,167(112) – 9,493 Hombre 18,092(112) – 8,533 Mujer	0,986	72,7 Hombre 40 Mujer
TML3B (113)	I	20,633(113) – 8,946 Hombre 20,805(113) – 9,084 Mujer	1	66,7 Hombre 53,3 Mujer
TML4 (114)	I	44,198(114) – 25,08 Hombre 40,93(114) – 21,606 Mujer	0,936	48,6 Hombre 71,4 Mujer
GOG (115)		35,367(115) – 171,761 Hombre 32,564(115) – 145,72 Mujer	0,645	76,2 Hombre 76,2 Mujer
GOG1B (116)		42,485(116) – 200,194 Hombre 39,145(116) – 170,059 Mujer	0,603	66,7 Hombre 66,7 Mujer
GOG2B (117)		51,659(117) – 251,943 Hombre 47,513(117) – 213,236 Mujer	0,539	72,7 Hombre 73,3 Mujer
GOG3B (118)		35,048(118) – 170,529 Hombre 31,751(118) – 140,08 Mujer	0,555	83,3 Hombre 80 Mujer
GOG4 (119)		30,557(119) – 150,539 Hombre 28,489(119) – 130,936 Mujer	0,74	72,2 Hombre 70 Mujer

Tabla 41 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en las muestras reales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
CDL (120)		41,974(120) – 235,482 Hombre 10,895(120) – 223,57 Mujer	0,926	57,5 Hombre 58,3 Mujer
CDL1B (121)		35,727(121) – 197,934 Hombre 34,017(121) – 179,51 Mujer	0,806	91,7 Hombre 53,3 Mujer
CDL2B (122)		41,706(122) – 242,969 Hombre 39,392(122) – 216,821 Mujer	0,717	81,8 Hombre 73,3 Mujer
CDL3B (123)		33,916(123) – 194,158 Hombre 32,108(123) – 174,075 Mujer	0,773	75 Hombre 73,3 Mujer
CDL4 (124)		36,477(124) – 207,31 Hombre 35,635(124) – 197,878 Mujer	0,946	55,9 Hombre 63,9 Mujer
MRL (125)	I	29,309(125) – 59,101 Hombre 28,043(125) – 54,167 Mujer	0,947	57,1 Hombre 47,7 Mujer
MRL1B (126)	I	6,034(126) – 9,694 Hombre 6,027(126) – 9,674 Mujer	1	58,3 Hombre 66,7 Mujer
MRL2B (127)	I	36,469(127) – 790,266 Hombre 32,765(127) – 64,116 Mujer	0,697	81,8 Hombre 78,6 Mujer
MRL3B (128)	I	24,707(128) – 47,327 Hombre 23,867(128) – 44,21 Mujer	0,972	50 Hombre 66,7 Mujer
MRL4 (129)	I	35,033(129) – 75,215 Hombre 32,505(129) – 64,851 Mujer	0,835	76,5 Hombre 67,5 Mujer
MAN (130)	I	1,858(130) – 114,233 Hombre 1,857(130) – 114,154 Mujer	1	48,8 Hombre 42,9 Mujer
MAN1B (131)	I	2,187(131) – 132,119 Hombre 2,23(131) – 137,347 Mujer	0,974	58,3 Hombre 66,7 Mujer
MAN2B (132)	I	2,165(132) – 134,066 Hombre 2,208(132) – 139,354 Mujer	0,974	63,6 Hombre 60 Mujer
MAN3B (133)	I	1,729(133) – 106,51 Hombre 1,761(133) – 110,436 Mujer	0,981	50 Hombre 53,3 Mujer
MAN4 (134)	I	2,475(134) – 156,898 Hombre 2,518(134) – 162,431 Mujer	0,976	61,1 Hombre 61,9 Mujer
PMPL (135)	I	39,375(135) – 36,37 Hombre 36,566(135) – 31,462 Mujer	0,915	58,5 Hombre 58,5 Mujer
PMPL1B (136)	I	36,015(136) – 28,755 Hombre 34,502(136) – 26,446 Mujer	0,974	58,3 Hombre 57,1 Mujer
PMPL2B (137)	I	73,286(137) – 71,314 Hombre 68,193(137) – 61,839 Mujer	0,847	72,7 Hombre 46,7 Mujer
PMPL3B (138)	I	37,097(138) – 33,153 Hombre 34,483(138) – 28,739 Mujer	0,921	75 Male 60 Mujer
PMPL4 (139)	I			

Tabla 41 (continuación). Funciones discriminantes para las medidas clásicas obtenidas en las muestras reales.

Variable	Lateralidad	Función de clasificación	Λ de Wilk	% CC
THICK (140)	I	10,487(140) – 4,651 Hombre 9,758(140) – 4,12 Mujer	0,99	47,6 Hombre 55,8 Mujer
THICK1B (141)	I	45,163(141) – 12,36 Hombre 46,037(141) – 12,816 Mujer	0,998	66,7 Hombre 33,3 Mujer
THICK2B (142)	I	62,966(142) – 27,024 Hombre 62,738(142) – 26,834 Mujer	1	36,4 Hombre 60 Mujer
THICK3B (143)	I	63,452(143) – 21,844 Hombre 60,914(143) – 20,186 Mujer	0,982	58,3 Hombre 46,7 Mujer
THICK4 (144)	I	26,64(144) – 18,709 Hombre 24,896(144) – 16,427 Mujer	0,962	55,6 Hombre 52,6 Mujer
NECK (145)	I	13,358(145) – 4,764 Hombre 12,69(145) – 4,367 Mujer	0,995	54,8 Male 53,5 Mujer
NECK1B (146)	I	35,037(146) – 10,182 Male 29,323(146) – 7,34 Mujer	0,881	75 Hombre 53,3 Mujer
NECK2B (147)	I	96,488(147) – 26,131 Hombre 96,377(147) – 26,072 Mujer	1	45,5 Hombre 60 Mujer
NECK3B (148)	I	23,508(148) – 6,374 Hombre 21,725(148) – 5,545 Mujer	0,983	58,3 Hombre 46,7 Mujer
NECK4 (149)	I	23,508(149) – 6,374 Hombre 21,725(149) – 5,545 Mujer	0,917	58,3 Hombre 46,7 Mujer
AP (150)	I	10,784(150) – 8,453 Hombre 9,154(150) – 6,283 Mujer	0,87	58,5 Hombre 66,7 Mujer
AP1B (151)	I	10,939(151) – 6,937 Hombre 8,623(151) – 4,574 Mujer	0,491	66,7 Hombre 80 Mujer
AP2B (152)	I	37,892(152) – 30,146 Hombre 28,113(152) – 16,905 Mujer	0,609	81,8 Hombre 80 Mujer
AP3B (153)	I	29,323(153) – 21,097 Hombre 22,194(153) – 12,382 Mujer	0,917	75 Hombre 80 Mujer
AP4 (154)	I			
WEIGHT1 (155)		0,362(155) – 11,446 Hombre 0,258(155) – 6,151 Mujer	0,7	80,9 Hombre 73,7 Mujer
WEIGHT2 (156)		0,355(156) – 11,367 Hombre 0,242(156) – 5,649 Mujer	0,638	83,3 Hombre 76,2 Mujer
WEIGHT3 (157)		0,371(157) – 11,848 Hombre 0,259(157) – 6,142 Mujer	0,653	77,8 Hombre 80 Mujer

% CC: Porcentaje de correcta clasificación.

7.8. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Se procede a exponer los resultados para los 3 grupos de variables.

7.8.1 ACP de variables clásicas medidas en los modelos 3D

El número de casos completos hallados para el ACP han sido de 80. Se han extraído 6 componentes de las 19 variables (Eigenvalor mayor a 1,0) con un porcentaje acumulado de varianza del 76,287%. En la siguiente Tabla Resumen de ACP se aprecia el porcentaje acumulado de varianzas.

Tabla 42. Resumen de ACP de variables clásicas medidas en los modelos 3D.

Componente Número	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	5,8969	31,036	31,036
2	2,49605	13,137	44,173
3	1,93564	10,188	54,361
4	1,77242	9,329	63,690
5	1,33555	7,029	70,719
6	1,05797	5,568	76,287
7	0,896332	4,718	81,005
8	0,699554	3,682	84,686
9	0,550059	2,895	87,581
10	0,434342	2,286	89,867
11	0,388504	2,045	91,912
12	0,329426	1,734	93,646
13	0,272694	1,435	95,081
14	0,249331	1,312	96,394
15	0,201252	1,059	97,453
16	0,169791	0,894	98,346
17	0,12173	0,641	98,987
18	0,0999204	0,526	99,513
19	0,0925365	0,487	100,000

En azul se señala el porcentaje acumulado de varianza y el número de componentes escogidos.

La gráfica de sedimentación muestra visualmente el número de componentes principales que deben ser tenidas en cuenta.

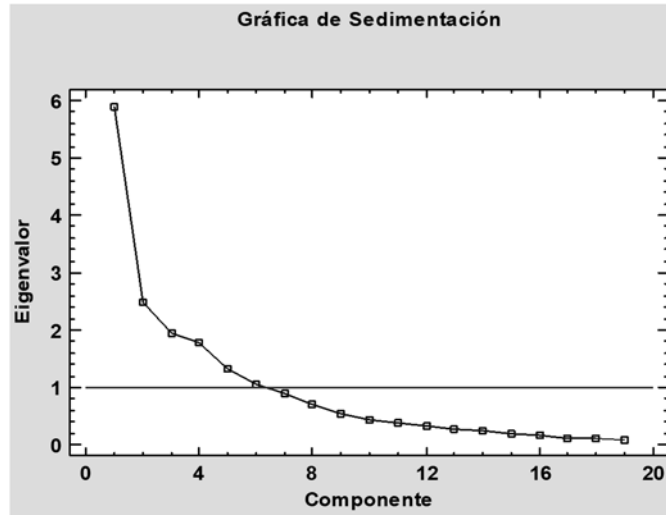


Fig. 30 Gráfica de sedimentación.

La línea horizontal fija el límite por encima del cual los puntos marcan el número de componentes principales, en este caso 6.

La prueba de Factorabilidad mediante la medición Kaiser-Meyer-Olkin para Muestreo Idóneo KMO arrojó un valor de 0,719754 superior al valor 0,6 indicando que la factorización es viable de proporcionar información valiosa acerca de factores prioritarios. El valor p para el Test de Bartlett fue inferior a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis de que la matriz de correlación entre las variables es una matriz de identidad, lo que indicaría que no compartirían una varianza común. El test de Bartlett es muy susceptible y, por lo tanto, ignorado a menos que el número de muestras por variable no sea mayor de 5. En este caso, el número de muestras por variable fue igual a 11,4737. En la la Tabla de Pesos de los Componentes se muestra el peso de las medidas sometidas al ACP.

Tabla 43. Tabla de Pesos de los Componentes de variables clásicas medidas en los modelos 3D.

	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Comp. 6
meanHML_L	0,286246	-0,282285	-0,121441	0,198594	-0,223101	-0,116723
meanHML_R	0,273074	-0,299265	-0,11882	0,278263	-0,135258	-0,0818918
meanTML_L	0,17659	-0,280381	-0,199667	-0,0850374	0,508378	0,256878
meanTML_R	0,163623	-0,320081	-0,0805842	-0,104066	0,461104	0,368905
meanGNI	0,239877	-0,326664	-0,127009	0,348694	-0,16567	-0,0355768
meanXRL_L	0,270661	0,115121	0,0902687	-0,0903969	0,242052	-0,404419
meanXRL_R	0,266563	0,0854673	0,0799574	-0,169644	0,248219	-0,427999
meanMRL_L	0,244987	0,0289591	0,200663	-0,415051	0,00538832	0,0577953
meanMRL_R	0,206782	-0,117943	0,311097	-0,296269	-0,052638	0,00318047
meanAP_L	0,205596	-0,00144913	0,428403	0,15336	0,0192681	0,0533922
meanAP_R	0,197772	0,00422363	0,305563	0,330579	0,0836864	0,0113691
meanCDL	0,212203	0,334606	0,0744783	0,122413	-0,0455895	0,344315

Tabla 43 (continuación). Tabla de Pesos de los Componentes de variables clásicas medidas en los modelos 3D.

	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Comp. 6
meanGOG	0,228962	0,0699522	0,3166	0,170665	-0,00377809	-0,0899148
meanPMPL_L	0,267766	0,341395	-0,0649873	0,0483584	-0,0847485	0,315623
meanPMPL_R	0,276749	0,30982	-0,119936	0,00873179	-0,133309	0,317451
meanTHICK_L	0,23054	-0,0948271	-0,168575	-0,341618	-0,295929	0,0286802
meanTHICK_R	0,220404	-0,100892	-0,161098	-0,361552	-0,347695	-0,0805431
meanNECK_L	0,138563	0,33606	-0,302503	0,123155	0,24965	-0,272838
meanNECK_R	0,181255	0,214834	-0,458134	0,0676006	0,0721508	-0,120318

En color verde se muestran los valores que más influyen en las variables en sentido positivo (valores positivos) o negativamente (valores negativos).

Las ecuaciones de cada una de las componentes son las siguientes:

Componente 1

$$0,286246*\text{meanHML}_L + 0,273074*\text{meanHML}_R + 0,17659*\text{meanTML}_L + 0,163623*\text{meanTML}_R + 0,239877*\text{meanGNI} + 0,270661*\text{meanXRL}_L + 0,266563*\text{meanXRL}_R + 0,244987*\text{meanMRL}_L + 0,206782*\text{meanMRL}_R + 0,205596*\text{meanAP}_L + 0,197772*\text{meanAP}_R + 0,212203*\text{meanCDL} + 0,228962*\text{meanGOG} + 0,267766*\text{meanPMPL}_L + 0,276749*\text{meanPMPL}_R + 0,23054*\text{meanTHICK}_L + 0,220404*\text{meanTHICK}_R + 0,138563*\text{meanNECK}_L + 0,181255*\text{meanNECK}_R$$

Componente 2

$$-0,282285*\text{meanHML}_L - 0,299265*\text{meanHML}_R - 0,280381*\text{meanTML}_L - 0,320081*\text{meanTML}_R - 0,326664*\text{meanGNI} + 0,115121*\text{meanXRL}_L + 0,0854673*\text{meanXRL}_R + 0,0289591*\text{meanMRL}_L - 0,117943*\text{meanMRL}_R - 0,00144913*\text{meanAP}_L + 0,00422363*\text{meanAP}_R + 0,334606*\text{meanCDL} + 0,0699522*\text{meanGOG} + 0,341395*\text{meanPMPL}_L + 0,30982*\text{meanPMPL}_R - 0,0948271*\text{meanTHICK}_L - 0,100892*\text{meanTHICK}_R + 0,33606*\text{meanNECK}_L + 0,214834*\text{meanNECK}_R$$

Componente 3

$$-0,121441*\text{meanHML}_L - 0,11882*\text{meanHML}_R - 0,199667*\text{meanTML}_L - 0,0805842*\text{meanTML}_R - 0,127009*\text{meanGNI} + 0,0902687*\text{meanXRL}_L + 0,0799574*\text{meanXRL}_R + 0,200663*\text{meanMRL}_L + 0,311097*\text{meanMRL}_R + 0,428403*\text{meanAP}_L + 0,305563*\text{meanAP}_R + 0,0744783*\text{meanCDL} + 0,3166*\text{meanGOG} - 0,0649873*\text{meanPMPL}_L - 0,119936*\text{meanPMPL}_R - 0,168575*\text{meanTHICK}_L - 0,161098*\text{meanTHICK}_R - 0,302503*\text{meanNECK}_L - 0,458134*\text{meanNECK}_R$$

Componente 4

$$\begin{aligned}
&0,198594*\text{meanHML_L} + 0,278263*\text{meanHML_R} - 0,0850374*\text{meanTML_L} - \\
&0,104066*\text{meanTML_R} + 0,348694*\text{meanGNI} - 0,0903969*\text{meanXRL_L} - 0,169644*\text{meanXRL_R} - \\
&0,415051*\text{meanMRL_L} - 0,296269*\text{meanMRL_R} + 0,15336*\text{meanAP_L} + 0,330579*\text{meanAP_R} - \\
&0,122413*\text{meanCDL} + 0,170665*\text{meanGOG} + 0,0483584*\text{meanPMPL_L} + \\
&0,00873179*\text{meanPMPL_R} - 0,341618*\text{meanTHICK_L} - 0,361552*\text{meanTHICK_R} + \\
&0,123155*\text{meanNECK_L} + 0,0676006*\text{meanNECK_R}
\end{aligned}$$
Componente 5

$$\begin{aligned}
&-0,223101*\text{meanHML_L} - 0,135258*\text{meanHML_R} + 0,508378*\text{meanTML_L} - \\
&0,461104*\text{meanTML_R} - 0,16567*\text{meanGNI} + 0,242052*\text{meanXRL_L} + 0,248219*\text{meanXRL_R} - \\
&0,00538832*\text{meanMRL_L} - 0,052638*\text{meanMRL_R} + 0,0192681*\text{meanAP_L} + \\
&0,0836864*\text{meanAP_R} - 0,0455895*\text{meanCDL} - 0,00377809*\text{meanGOG} - \\
&0,0847485*\text{meanPMPL_L} - 0,133309*\text{meanPMPL_R} - 0,295929*\text{meanTHICK_L} - \\
&0,347695*\text{meanTHICK_R} + 0,24965*\text{meanNECK_L} + 0,0721508*\text{meanNECK_R}
\end{aligned}$$
Componente 6

$$\begin{aligned}
&-0,116723*\text{meanHML_L} - 0,0818918*\text{meanHML_R} + 0,256878*\text{meanTML_L} + \\
&0,368905*\text{meanTML_R} - 0,0355768*\text{meanGNI} - 0,404419*\text{meanXRL_L} - 0,427999*\text{meanXRL_R} + \\
&0,0577953*\text{meanMRL_L} + 0,00318047*\text{meanMRL_R} + 0,0533922*\text{meanAP_L} + \\
&0,0113691*\text{meanAP_R} + 0,344315*\text{meanCDL} - 0,0899148*\text{meanGOG} + 0,315623*\text{meanPMPL_L} \\
&+ 0,317451*\text{meanPMPL_R} + 0,0286802*\text{meanTHICK_L} - 0,0805431*\text{meanTHICK_R} - \\
&0,272838*\text{meanNECK_L} - 0,120318*\text{meanNECK_R}
\end{aligned}$$

En el gráfico siguiente se puede apreciar una cierta segregación de sexos en función de las 2 primeras componentes principales; en la parte izquierda del gráfico se presenta el sexo femenino mientras que en la parte derecha se sitúa el masculino. Aproximadamente en el valor 0 de la componente 1 se mezclan ambos sexos.

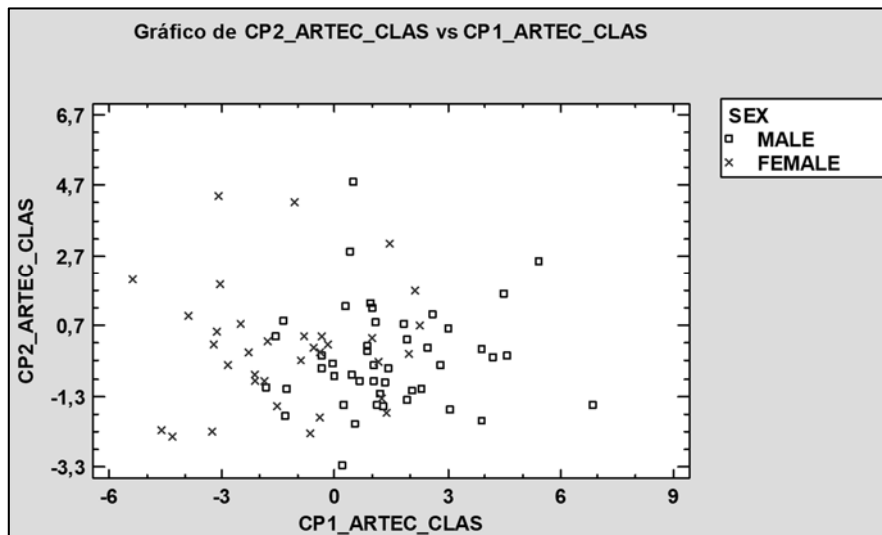


Fig. 31 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las 2 primeras componentes principales.

Para las siguientes componentes principales tal división entre sexos no se hace tan evidente.

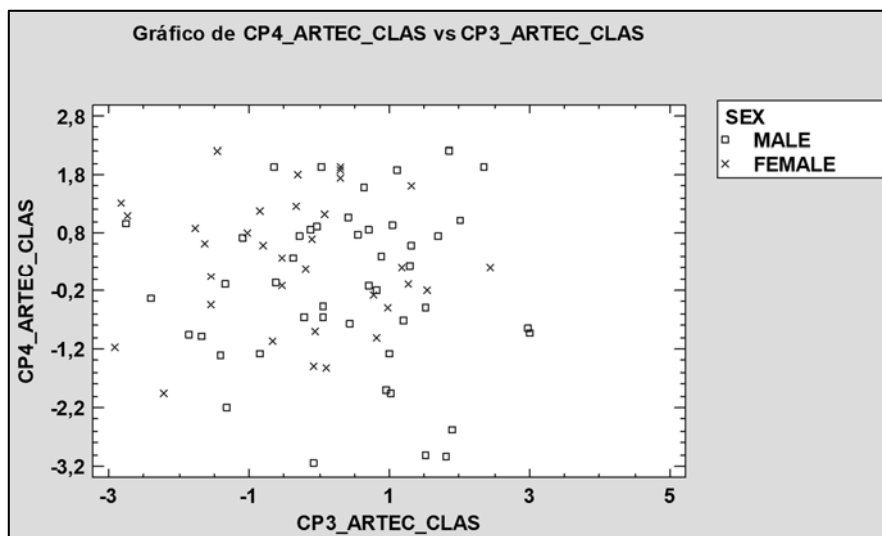


Fig. 32 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales tercera y cuarta.

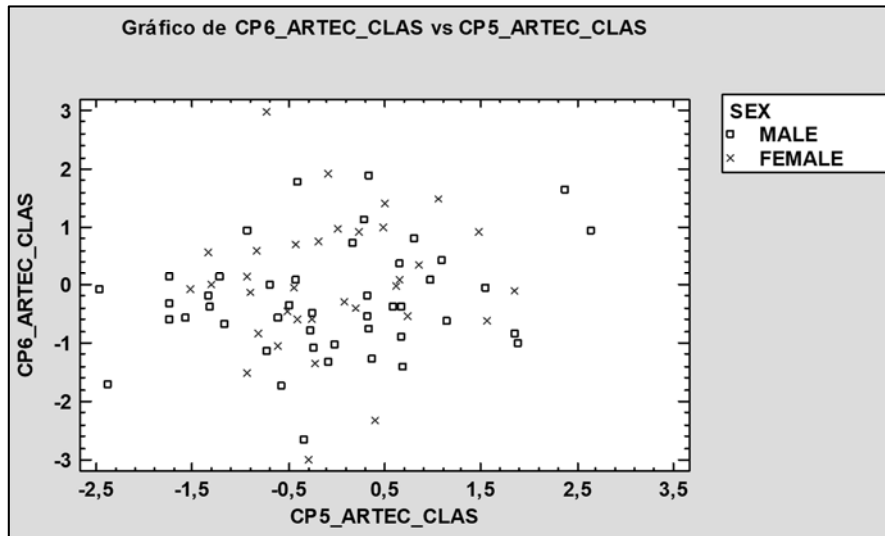


Fig. 33 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las dos últimas componentes principales.

Se puede apreciar que las componentes principales 1 y 2 son más dimórficas que las otras 4 componentes ya que se observa una mezcla homogénea en las dos últimas figuras. Las gráficas de los pesos de los componentes muestran cómo cada una de las variables influye en cada uno de los compontes principales.

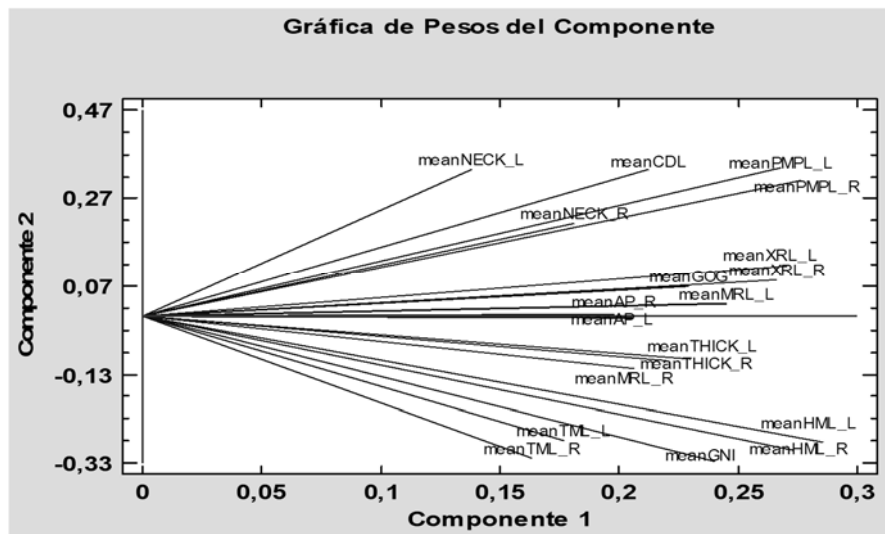


Fig. 34 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.

Se puede apreciar cómo las variables contribuyen positivamente en el componente 1. Además, variables con lateralidad muestran análogos pesos en ambos lados (L y R). Es de destacar el comportamiento análogo entre la variable CDL (anchura bicondílea) y las medidas de ambos cóndilos entre el plano mesial y el plano lateral (PMPL). Asimismo destaca también la similitud de comportamiento entre la altura mentoniana (GNI) y la altura

del cuerpo mandibular en la zona de los agujeros mentonianos (HML) y el grosor de la rama (TML). Por último se puede observar cómo todas las variables contribuyen en gran medida al componente 1 mientras que la altura coronoide (AP) contribuyen al componente 1 pero influyen muy poco en el componente 2.

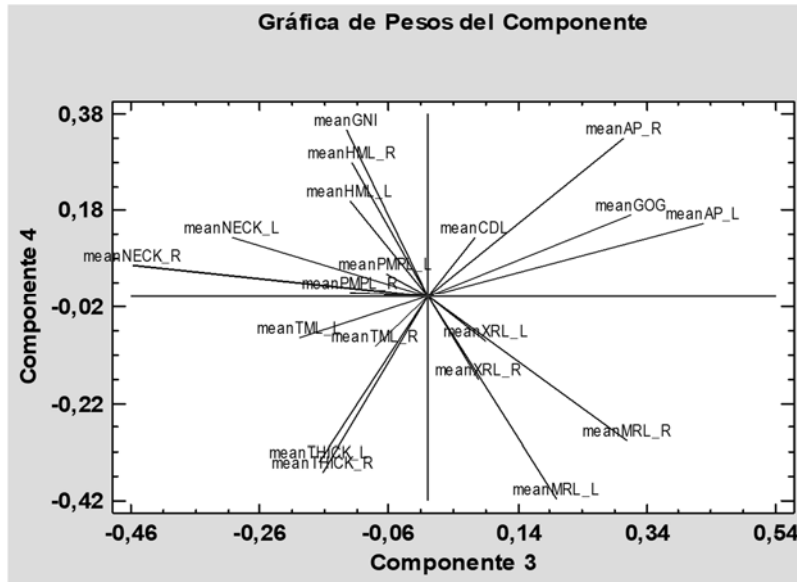


Fig. 35 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes principales tercera y cuarta.

El mapa de pesos cambia radicalmente. Las siguientes componentes tratan de explicar la variabilidad no explicada en las componentes anteriores. En este caso, se pueden apreciar variables que influyen positivamente en ambas componentes como son la altura coronoide (AP) y la anchura del cuerpo mandibular (GOG) mientras que otras influyen negativamente en las mismas tales como el grosor del cuerpo mandibular (TML) y el grosor condilar (THICK).

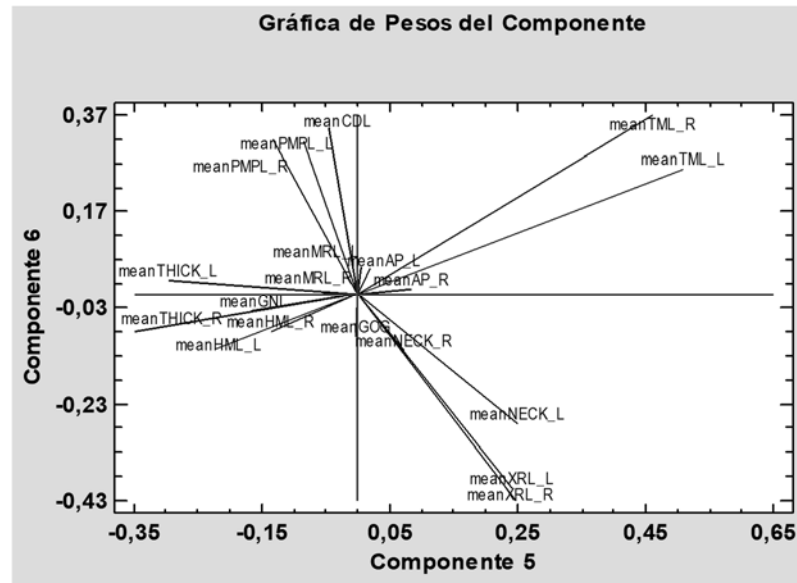


Fig. 36 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las dos últimas componentes.

Se puede apreciar cómo el número de variables que influyen en las componentes 5 y 6 disminuyen drásticamente. El grosor mandibular, TML, es la única variable que influye positivamente en ambas componentes. La altura de rama, XRL, influye positivamente en el componente 5 pero negativamente en el 6 mientras que la anchura mandibular, CDL, y la anchura condilar, PMPL influyen positivamente en el componente 6 pero negativamente en el 5.

Mediante el gráfico de matriz se puede apreciar las relaciones de unas componentes con otras. El componente 1 discrimina mejor que el resto de los componentes.

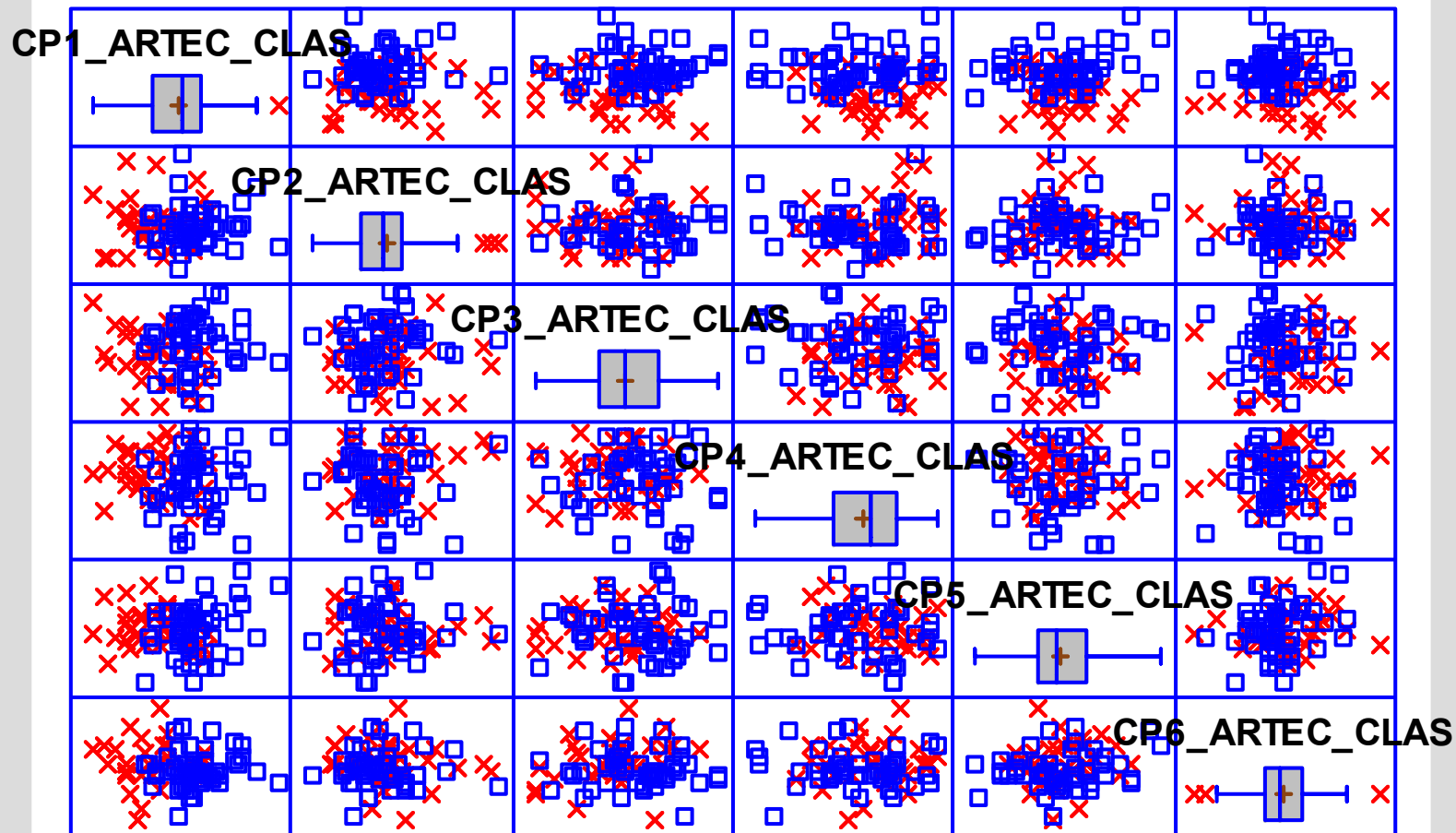
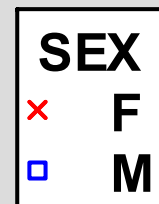


Fig. 37 Gráfica de matriz de las componentes principales de las medidas clásicas en los modelos tridimensionales. F significa sexo femenino y M, representa el sexo masculino.

7.8.2. Ecuaciones discriminantes de las componentes principales de las variables clásicas lineales obtenidas mediante los modelos 3D

Este procedimiento está diseñado para desarrollar un conjunto de funciones discriminantes el cual puede ayudar a predecir el sexo en base a los valores de las 6 componentes principales. Usando el algoritmo de selección por pasos se determinó que las componentes 1 y 3 eran predictores significativos del sexo. La función discriminante con valor-P menor que 0,05 es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%. El número de casos completos analizados ha sido de 80 clasificándose en 2 grupos: hombres y mujeres. Con los parámetros establecidos se ha encontrado una única ecuación discriminante. A continuación se detalla las tablas resumen de la función discriminante:

Tabla 44 (a). Tabla resumen de la función discriminante de las componentes principales de variables clásicas obtenidas en modelos 3D.

Función Discriminante	Eigenvalor	Porcentaje Relativo	Correlación Canónica
1	0,632286	100,00	0,62238

La derivada del Eigenvalor proporciona los coeficientes de la función discriminante mientras que el porcentaje relativo refleja la suma de varianzas de las 6 componentes principales considerado por la función discriminante. La correlación canónica representa la habilidad relativa para discriminar sobre los grupos. Como puede apreciarse, el valor no es demasiado elevado lo que indica una habilidad moderada.

Tabla 44 (b). Tabla resumen de la función discriminante de las componentes principales de variables clásicas obtenidas en modelos 3D.

Funciones Derivadas	Lambda de Wilks	Chi-Cuadrada	GL	Valor-P
1	0,612638	37,7286	2	0,0000

El valor lambda de Wilks es aceptablemente bajo por lo que se presupone una cierta segregación. El valor p asociado a la prueba Chi-Cuadrada demuestra que la función discriminante es significativamente diferente de 0. La siguiente tabla muestra los coeficientes de la Función de Clasificación para ambos sexos mediante el método de selección por pasos hacia delante basadas sobre la prueba F de exclusión de variables.

Tabla 45. Coeficientes de la Función de Clasificación de las componentes principales de variables clásicas obtenidas en modelos 3D.

	FEMALE	MALE
CP1_ARTEC_CLAS	-0,3634	0,400373
CP3_ARTEC_CLAS	-0,288013	0,303963
CONSTANTE	-1,14354	-0,897495

La función encontrada es para el caso de las mujeres:

$$-1,14354 - 0,3634*CP1_ARTEC_CLAS - 0,288013*CP3_ARTEC_CLAS$$

En el caso de los hombres sería:

$$-0,897495 + 0,400373*CP1_ARTEC_CLAS + 0,303963*CP3_ARTEC_CLAS$$

Estas funciones se utilizan para predecir a qué sexo pertenecen nuevas observaciones. El siguiente gráfico muestra visualmente cómo es posible la discriminación en función de estas dos variables.

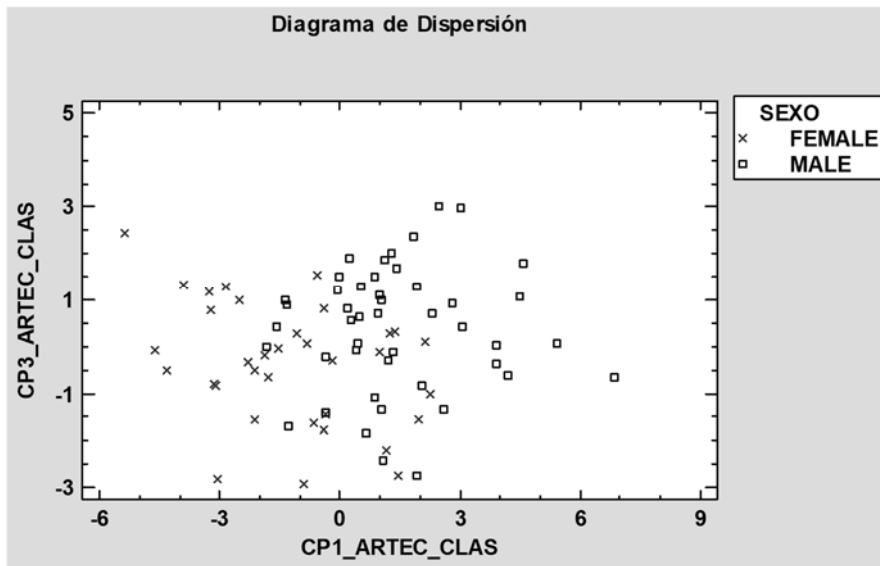


Fig. 38 Diagrama de dispersión en función de las componentes 1 y 3.

Las ecuaciones discriminantes se forman a partir de los coeficientes estandarizados. Así, la función discriminante obtenida es la siguiente:

$$0,941482*CP1_ARTEC_CLAS + 0,492667*CP3_ARTEC_CLAS$$

Así se establece un resumen del porcentaje de casos correctamente clasificados.

Tabla 46. Porcentaje de correcta clasificación de variables clásicas obtenidas en modelos 3D.

SEXO	Tamaño de Grupo	Predicho	SEXO
		FEMALE	MALE
FEMALE	34	26	8
		(76,47%)	(23,53%)
MALE	46	9	37
		(19,57%)	(80,43%)

Porcentaje de casos correctamente clasificados: **78,75%**

Entre los 80 casos empleados, 63 fueron correctamente asignados.

Los valores centroides muestran los valores promedio de la función discriminante para cada sexo.

Tabla 47. Centroides de Grupo de variables clásicas obtenidas en modelos 3D.

Grupo	Centroides
F	-0,913269
M	0,675025

Y, por último se muestran los descriptivos de las componentes principales.

Tabla 48. Resumen Estadístico por Grupo de variables clásicas obtenidas en modelos 3D.

SEXO	FEMALE	MALE	TOTAL
RECuento	34	46	80
MEDIAS			
CP1_ARTEC_CLAS	-1,28923	1,42521	0,271574
CP3_ARTEC_CLAS	-0,372348	0,3869	0,0642198
DESVIACIONES ESTÁNDAR			
CP1_ARTEC_CLAS	2,05981	1,87956	2,36813
CP3_ARTEC_CLAS	1,30229	1,33601	1,36668

7.8.3. ACP de variables volumétricas

Se procede a realizar 2 tipos ACP de variables volumétricas:

1. ACP con todas las variables volumétricas, es decir, las correspondientes al volumen total y las correspondientes a los cóndilos.
2. ACP de las variables referentes únicamente a los cóndilos.

7.8.3.1. ACP de todas las variables volumétricas

El número de casos completos hallados para el ACP han sido de 47. Se han extraído 3 componentes de las 16 variables (Eigenvlor mayor a 1,0) con un porcentaje acumulado de varianza del 95,872%.

Sin embargo se podría reducir fácilmente a 2 componentes principales pues sobrepasarían ampliamente entre las dos primeras, el 80% de la variabilidad explicada.

En la siguiente Tabla Resumen de ACP se aprecia el porcentaje acumulado de varianzas.

Tabla 49. Resumen de ACP del total de las variables volumétricas.

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	12,1941	76,213	76,213
2	1,85544	11,596	87,81
3	1,28997	8,062	95,872
4	0,229382	1,434	97,306
5	0,186999	1,169	98,475
6	0,0780926	0,488	98,963
7	0,0504164	0,315	99,278
8	0,0369251	0,231	99,508
9	0,0332381	0,208	99,716
10	0,0216708	0,135	99,852
11	0,0118126	0,074	99,926
12	0,00726686	0,045	99,971
13	0,00216954	0,014	99,984
14	0,00143262	0,009	99,993
15	0,000963169	0,006	99,999
16	0,0000875571	0,001	100

A continuación se muestra la gráfica de sedimentación:

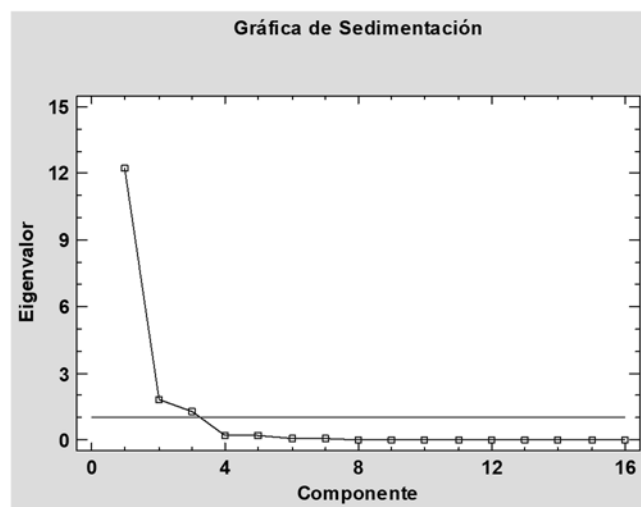


Fig. 39 Gráfica de sedimentación. La línea horizontal fija el límite por encima del cual los puntos marcan el número de componentes principales, en este caso 2.

La prueba de Factorabilidad mediante la medición Kaiser-Meyer-Olkin para Muestreo Idóneo KMO arrojó un valor de 0,708927 superior al valor 0,6 indicando que la factorización es viable de proporcionar información valiosa acerca de factores prioritarios. El valor p para el Test de Bartlett fue inferior a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis de que la matriz de correlación entre las variables es una matriz de identidad, lo que indicaría que no compartirían una varianza común. El número de muestras por variable fue igual a

8,4375. En la la Tabla de Pesos de los Componentes se muestra el peso de las medidas sometidas al ACP.

Tabla 50. *Tabla de Pesos de los Componentes de variables volumétricas.*

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Ameshsquare	0,209597	-0,477188	0,08118
Ameshvolume	0,230409	-0,404087	0,119735
Bmeshsquare	0,213538	-0,47636	0,00870196
Bmeshvolume	0,232211	-0,397438	0,0982762
meshsquare1	0,234434	0,0413633	-0,491278
meshvolume1	0,254871	0,0528766	-0,375141
C1areamesh1	0,264482	0,198888	0,163337
C1perimetermesh1	0,265643	0,136526	0,144127
C2areamesh1	0,260721	0,178781	0,204787
C2perimetermesh1	0,267087	0,108288	0,187144
meshsquare2	0,236612	0,0456614	-0,482713
meshvolume2	0,256414	0,056752	-0,362672
C1areamesh2	0,260354	0,208201	0,165141
C1perimetermesh2	0,265459	0,154093	0,13353
C2areamesh2	0,264294	0,176021	0,192511
C2perimetermesh2	0,271803	0,119816	0,127036

A continuación se presentan las ecuaciones de las componentes 1 y 2:

Componente 1

$$0,209597*Ameshsquare + 0,230409*Ameshvolume + 0,213538*Bmeshsquare + 0,232211*Bmeshvolume + 0,234434*meshsquare1 + 0,254871*meshvolume1 + 0,264482*C1areamesh1 + 0,265643*C1perimetermesh1 + 0,260721*C2areamesh1 + 0,267087*C2perimetermesh1 + 0,236612*meshsquare2 + 0,256414*meshvolume2 + 0,260354*C1areamesh2 + 0,265459*C1perimetermesh2 + 0,264294*C2areamesh2 + 0,271803*C2perimetermesh2$$

Componente 2

$$-0,477188*Ameshsquare - 0,404087*Ameshvolume - 0,47636*Bmeshsquare - 0,397438*Bmeshvolume + 0,0413633*meshsquare1 + 0,0528766*meshvolume1 + 0,198888*C1areamesh1 + 0,136526*C1perimetermesh1 + 0,178781*C2areamesh1 + 0,108288*C2perimetermesh1 + 0,0456614*meshsquare2 + 0,056752*meshvolume2 + 0,208201*C1areamesh2 + 0,154093*C1perimetermesh2 + 0,176021*C2areamesh2 + 0,119816*C2perimetermesh2$$

En el siguiente gráfico se puede apreciar una cierta segregación de sexos en función de las 2 primeras componentes principales.

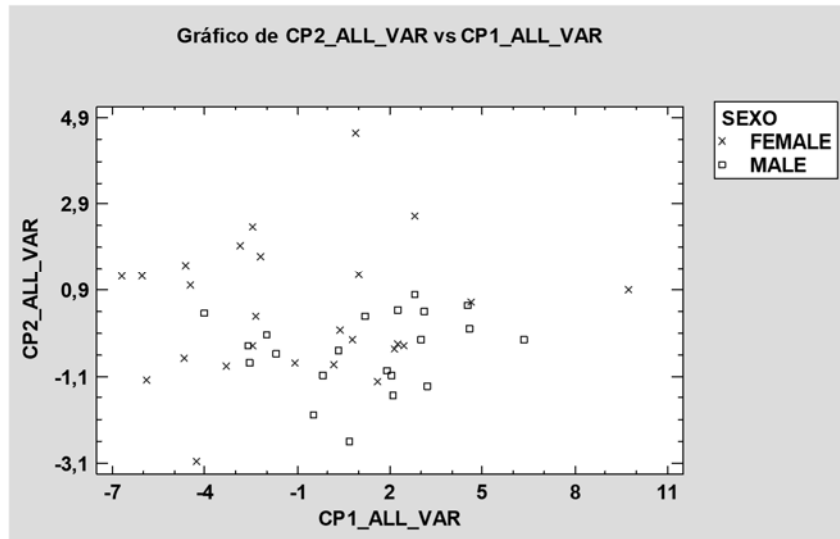


Fig. 40 Diagramas de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de sus 2 primeras componentes principales.

En el gráfico siguiente se presenta el peso de los componentes en función de las 2 primeras componentes.

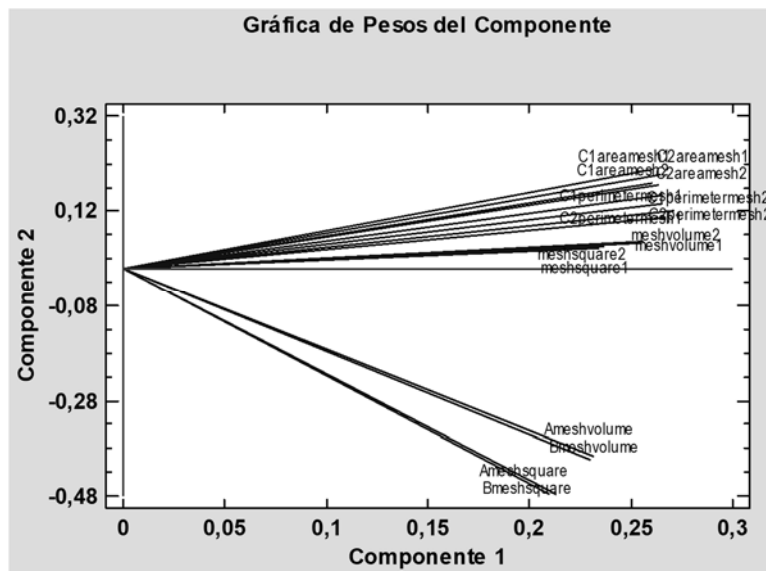


Fig. 41 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.

Se puede apreciar cómo se agrupan las variables parecidas: las superficies totales (A y B meshsquare), los volúmenes totales (A y B), las superficies condilares totales (meshsquare 1 y 2), el perímetro de los cóndilos (C2perimeter 1 y 2, y C1perimeter 1 y 2) y los áreas condilares (C1areamesh1 y 2 y C2area mesh1 y 2). Se aprecia además como

todas las variables influyen positivamente sobre la componente 1, sin embargo el volumen y el área total ejercen un efecto negativo sobre la componente 2 mientras que las medidas condilares tienen un efecto positivo sobre la misma. A continuación se muestra las variables en las 3 componentes principales.

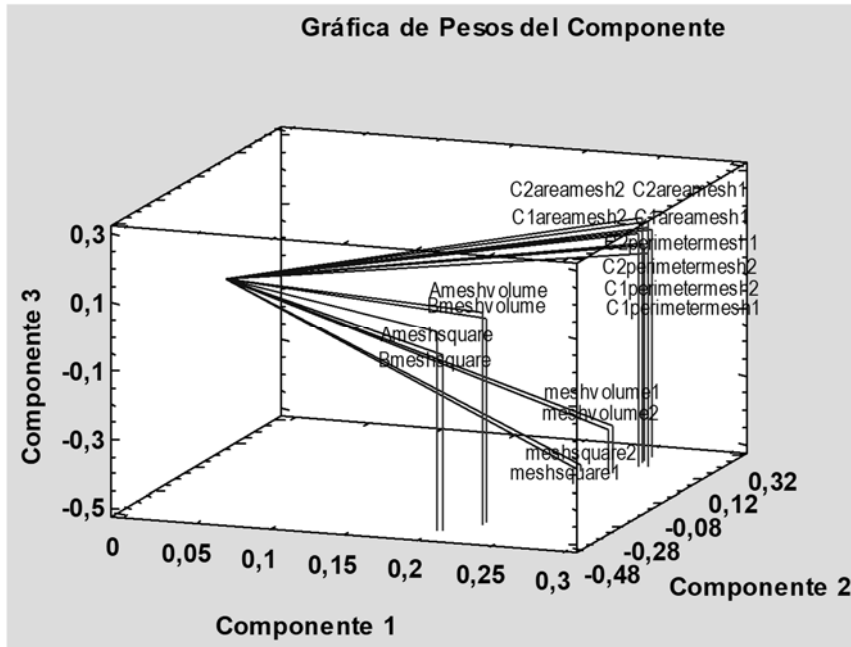


Fig. 42 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 3 componentes.

Como puede apreciarse, las variables están perfectamente segregadas en las 3 dimensiones. Por su distribución se podría renombrar la componente 1 como suma de parámetros condilares, la componente 2 como parámetros condilares individuales y la componente 3 como parámetros volumétricos totales.

7.8.3.2. ACP de las variables referentes únicamente a los cóndilos

El número de casos completos hallados para el ACP han sido de 62. Se han extraído 2 componentes de las 12 variables (Eigenvlor mayor a 1,0) con un porcentaje acumulado de varianza del 92,474%.

Sin embargo se podría reducir fácilmente a 2 componentes principales pues sobrepasarían ampliamente entre las dos primeras, el 80% de la variabilidad explicada.

En la siguiente Tabla Resumen de ACP se aprecia el porcentaje acumulado de varianzas.

Tabla 51. Resumen de ACP de las variables volumétricas condilares.

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	9,68763	80,73	80,73
2	1,40921	11,743	92,474
3	0,338297	2,819	95,293
4	0,228615	1,905	97,198
5	0,20735	1,728	98,926
6	0,0508028	0,423	99,349
7	0,032179	0,268	99,617
8	0,0239874	0,2	99,817
9	0,0106505	0,089	99,906
10	0,00622579	0,052	99,958
11	0,00371431	0,031	99,989
12	0,00134697	0,011	100

A continuación se muestra la gráfica de sedimentación:

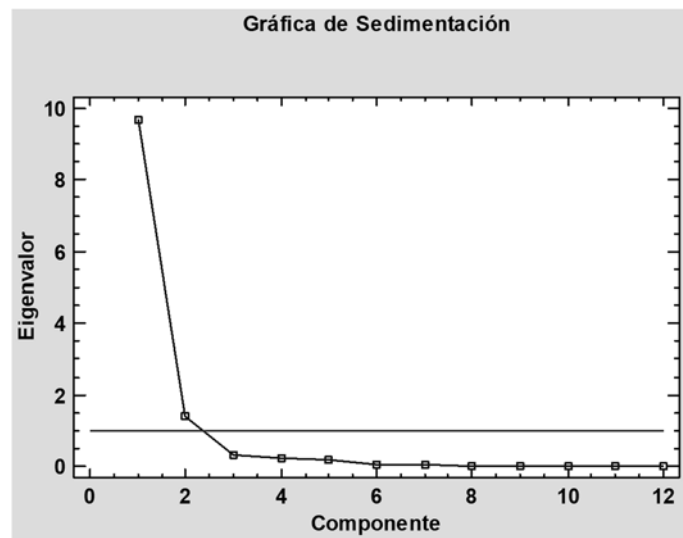


Fig. 43 Gráfica de sedimentación.

La línea horizontal fija el límite por encima del cual los puntos marcan el número de componentes principales, en este caso 2.

La prueba de Factorabilidad mediante la medición Kaiser-Meyer-Olkin para Muestreo Idóneo KMO arrojó un valor de 0,814131 superior al valor 0,6 indicando que la factorización es viable de proporcionar información valiosa acerca de factores prioritarios. El valor p para el Test de Bartlett fue inferior a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis de

que la matriz de correlación entre las variables es una matriz de identidad, lo que indicaría que no compartirían una varianza común. El número de muestras por variable fue igual a 13,5833. En la la Tabla de Pesos de los Componentes se muestra el peso de las medidas sometidas al ACP.

Tabla 52. Tabla de Pesos de los Componentes de las variables volumétricas condilares.

	Componente 1	Componente 2
meshsquare1	0,262152	-0,442526
meshvolume1	0,286349	-0,328536
C1areamesh1	0,30204	0,2064
C1perimetermesh1	0,303099	0,10887
C2areamesh1	0,303687	0,189654
C2perimetermesh1	0,301956	0,14661
meshsquare2	0,185794	-0,591163
meshvolume2	0,286834	-0,322001
C1areamesh2	0,299214	0,202252
C1perimetermesh2	0,30353	0,149699
C2areamesh2	0,301182	0,218897
C2perimetermesh2	0,305968	0,141166

Las ecuaciones de cada una de las componentes son las siguientes:

Componente 1

$$0,262152*\text{meshsquare1} + 0,286349*\text{meshvolume1} + 0,30204*\text{C1areamesh1} + 0,303099*\text{C1perimetermesh1} + 0,303687*\text{C2areamesh1} + 0,301956*\text{C2perimetermesh1} + 0,185794*\text{meshsquare2} + 0,286834*\text{meshvolume2} + 0,299214*\text{C1areamesh2} + 0,30353*\text{C1perimetermesh2} + 0,301182*\text{C2areamesh2} + 0,305968*\text{C2perimetermesh2}$$

Componente 2

$$-0,442526*\text{meshsquare1} - 0,328536*\text{meshvolume1} + 0,2064*\text{C1areamesh1} + 0,10887*\text{C1perimetermesh1} + 0,189654*\text{C2areamesh1} + 0,14661*\text{C2perimetermesh1} - 0,591163*\text{meshsquare2} - 0,322001*\text{meshvolume2} + 0,202252*\text{C1areamesh2} + 0,149699*\text{C1perimetermesh2} + 0,218897*\text{C2areamesh2} + 0,141166*\text{C2perimetermesh2}$$

En el siguiente gráfico se puede apreciar una cierta segregación de sexos en función de las 2 primeras componentes principales.

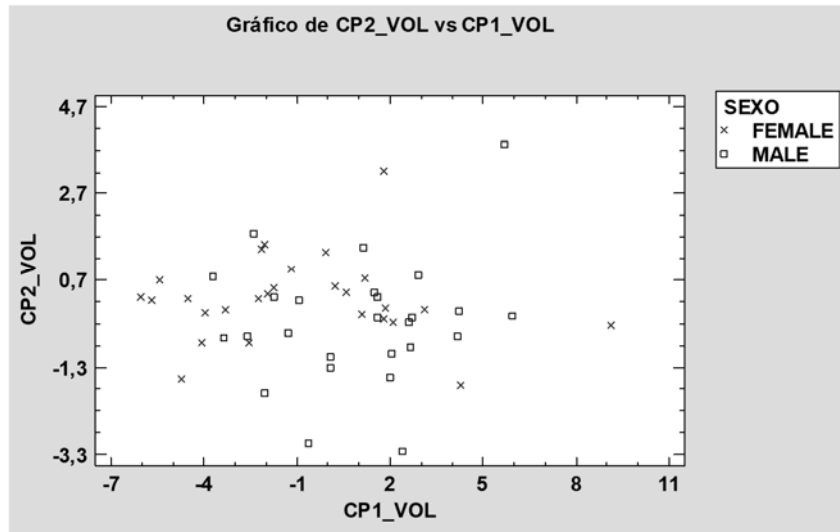


Fig. 44 Diagramas de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de sus 2 primeras componentes principales.

A continuación se presenta la gráfica el peso de los componentes en función de las 2 primeras componentes.

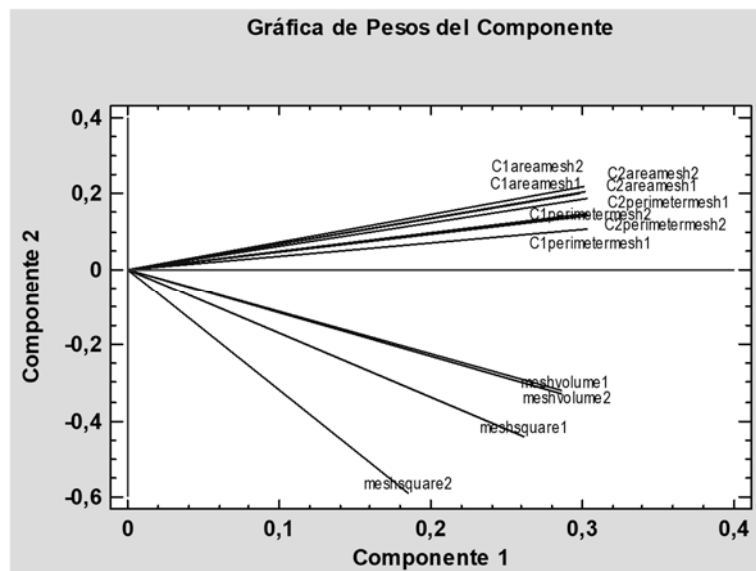


Fig. 45 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.

Se produce una segregación entre los parámetros de la suma de los cóndilos y los parámetros de cada cóndilo por separado.

7.8.4. Ecuaciones discriminantes de las componentes principales volumétricas

En las siguientes páginas se describen los procedimientos de ecuaciones discriminantes para las variables volumétricas en su conjunto y para las variables volumétricas que únicamente engloban a los cóndilos.

7.8.4.1. Ecuaciones discriminantes englobando a todas las variables volumétricas

Usando el algoritmo de selección por pasos se determinó que las componentes 1 y 2 eran predictores significativos del sexo. La función discriminante con valor-P menor que 0,05 es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%. La componente 3 no entró en la definición de la ecuación.

El número de casos completos analizados ha sido de 47 clasificándose en 2 grupos: hombres y mujeres. Con los parámetros establecidos se ha encontrado una única ecuación discriminante.

A continuación se detalla las tablas resumen de la función discriminante:

Tabla 53 (a). *Tabla resumen de la función discriminante de componentes principales volumétricas.*

Función Discriminante	Eigenvalor	Porcentaje Relativo	Correlación Canónica
1	0,261508	100,00	0,45530

La derivada del Eigenvalor proporciona los coeficientes de la función discriminante mientras que el porcentaje relativo refleja la suma de varianzas de las 6 componentes principales considerado por la función discriminante. La correlación canónica representa la habilidad relativa para discriminar sobre los grupos. Como puede apreciarse, el valor no es demasiado elevado.

Tabla 53 (b). *Tabla resumen de la función discriminante de componentes principales volumétricas.*

Funciones Derivadas	Lambda de Wilks	Chi-Cuadrada	GL	Valor-P
1	0,792702	10,2215	2	0,0060

El valor p asociado a la prueba Chi-Cuadrada demuestra que la función discriminante es significativamente diferente de 0. La siguiente tabla muestra los coeficientes de la Función de Clasificación para ambos sexos mediante el método de selección por pasos hacia adelante seguido en la determinación de la función discriminante.

Tabla 54. Coeficientes de la Función de Clasificación de componentes principales volumétricas.

	MALE	FEMALE
CP1_ARTEC_CLAS	-0,0957699	0,118572
CP3_ARTEC_CLAS	0,272448	-0,337316
CONSTANTE	-0,794262	-0,848144

La función encontrada es para el caso de los hombres:

$$- 0,794262 - 0,0957699*CP1_ALL_VAR + 0,272448*CP2_ALL_VAR$$

En el caso de las mujeres sería:

$$- 0,848144 + 0,118572*CP1_ALL_VAR - 0,337316*CP2_ALL_VAR$$

Estas funciones se utilizan para predecir a qué sexo pertenecen nuevas observaciones. El siguiente gráfico muestra visualmente cómo es posible la discriminación en función de estas dos variables.

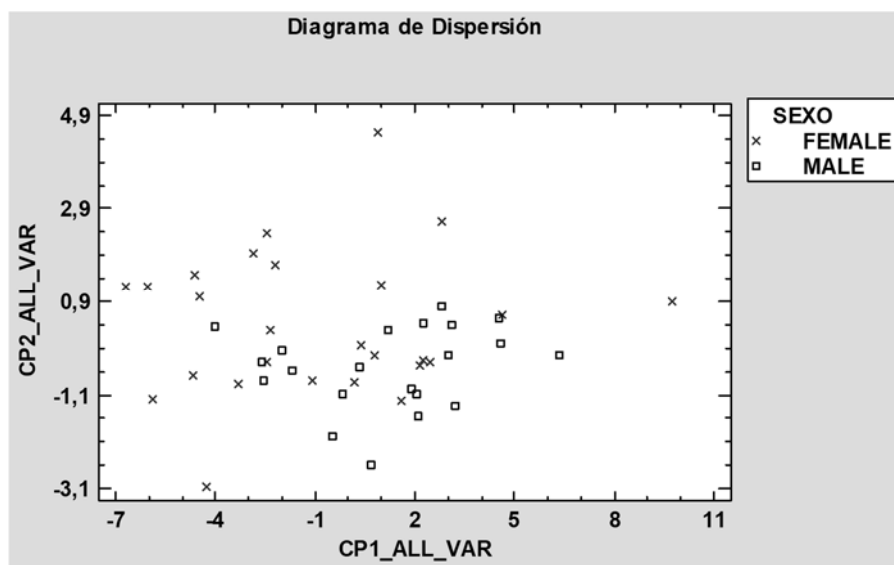


Fig. 46 Diagrama de dispersión en función de las componentes 1 y 2.

Las ecuaciones discriminantes se forman a partir de los coeficientes estandarizados. Así, la función discriminante obtenida es la siguiente:

$$-0,716115*CP1_ALL_VAR + 0,785192*CP2_ALL_VAR$$

Así se establece un resumen del porcentaje de casos correctamente clasificados.

Tabla 55. Porcentaje de correcta clasificación de componentes principales volumétricas.

SEXO	Tamaño de Grupo	Predicho	SEXO
		MALE	FEMALE
MALE	26	15 (57,69%)	11 (42,31%)
FEMALE	21	5 (23,81%)	16 (76,19%)

Porcentaje de casos correctamente clasificados: **65,96%**

Entre los 48 casos empleados, 31 fueron correctamente asignados.

Los valores centroides muestran los valores promedio de la función discriminante para cada sexo.

Tabla 56. Centroides de Grupo de componentes principales volumétricas.

Grupo	Centroides
MALE	0,4497
FEMALE	-0,556771

Y, por último se muestran los descriptivos de las componentes principales.

Tabla 57. Resumen Estadístico por Grupo de componentes principales volumétricas.

SEXO	MALE	FEMALE	TOTAL
RECuento	26	21	47
MEDIAS			
CP1_ALL_VAR	-0,946315	1,17163	2,34043E-7
CP2_ALL_VAR	0,409624	-0,507153	1,68511E-7
DESVIACIONES ESTÁNDAR			
CP1_ALL_VAR	3,80944	2,70207	3,49201
CP2_ALL_VAR	1,5498	0,881477	1,36214

7.8.4.2. Ecuaciones discriminantes referentes únicamente a los cóndilos

La función discriminante con valor-P menor que 0,05 es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95.

El número de casos completos analizados ha sido de 53 clasificándose en 2 grupos: hombres y mujeres. Con los parámetros establecidos se ha encontrado una única ecuación discriminante.

A continuación se detalla las tablas resumen de la función discriminante:

Tabla 58 (a). *Tabla resumen de la función discriminante de componentes principales volumétricas condilares.*

Función Discriminante	Eigenvalor	Porcentaje Relativo	Correlación Canónica
1	0,0908145	100,00	0,28854

Tabla 58 (b). *Tabla resumen de la función discriminante de componentes principales volumétricas condilares.*

Funciones Derivadas	Lambda de Wilks	Chi-Cuadrada	GL	Valor-P
1	0,916746	4,3897	2	0,0362

El valor p asociado a la prueba Chi-Cuadrada demuestra que la función discriminante es significativamente diferente de 0. La siguiente tabla muestra los coeficientes de la Función de Clasificación para ambos sexos.

Tabla 59. *Coefficientes de la Función de Clasificación de componentes principales volumétricas condilares.*

	MALE	FEMALE
CP1_VOL	0,0961915	- 0,0926288
CONSTANTE	-0,738521	-0,735223

La función encontrada es para el caso de los hombres:

$$-0,794262 + 0,0957699*CP1_VOL$$

En el caso de las mujeres sería:

$$-0,738521 - 0,735223*CP1_VOL$$

Estas funciones se utilizan para predecir a qué sexo pertenecen nuevas observaciones.

Las ecuaciones discriminantes se forman a partir de los coeficientes estandarizados. Así, la función discriminante obtenida es la siguiente:

$$0,319313*CP1_VOL$$

Así se establece un resumen del porcentaje de casos correctamente clasificados.

Tabla 60. Porcentaje de correcta clasificación de componentes principales volumétricas condilares.

SEXO	Tamaño de Grupo	Predicho	
		MALE	FEMALE
MALE	26	17	9
		(65,38%)	(34,62%)
FEMALE	27	11	16
		(40,74%)	(59,26%)

Porcentaje de casos correctamente clasificados: **62,26%**

Entre los 53 casos empleados, 33 fueron correctamente asignados.

Los valores centroides muestran los valores promedio de la función discriminante para cada sexo.

Tabla 61. Centroides de Grupo de componentes principales volumétricas condilares.

Grupo	Centroides
MALE	0,301245
FEMALE	-0,290088

Y, por último se muestran los descriptivos de las componentes principales.

Tabla 62. Resumen Estadístico por Grupo de componentes principales volumétricas condilares.

SEXO	MALE	FEMALE	TOTAL
RECUESTO	26	27	53
MEDIAS			
CP1_VOL	0,946316	-0,908475	-1,15094E-7
DESVIACIONES ESTÁNDAR			
CP1_ALL_VAR	2,68614	3,50718	3,23923

7.8.5. ACP de las variables clásicas

El número de casos completos hallados para el ACP han sido de 59. Se han extraído 7 componentes de 21 variables con un porcentaje de acumulación de la varianza del 78,5333%. En la siguiente Tabla Resumen de ACP se aprecia el porcentaje acumulado de la varianza.

Tabla 63. Resumen de ACP de las variables clásicas.

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	5,65169	26,913	26,913
2	2,78774	13,275	40,188
3	2,28347	10,874	51,061
4	1,90576	9,075	60,136
5	1,60739	7,654	67,791
6	1,18712	5,653	73,444
7	1,06882	5,09	78,533
8	0,837592	3,989	82,522
9	0,808242	3,849	86,371
10	0,591692	2,818	89,188
11	0,565527	2,693	91,881
12	0,442118	2,105	93,986
13	0,352842	1,68	95,667
14	0,263889	1,257	96,923
15	0,197	0,938	97,861
16	0,162169	0,772	98,634
17	0,106622	0,508	99,141
18	0,0784813	0,374	99,515
19	0,047545	0,226	99,741
20	0,0329782	0,157	99,899
21	0,021311	0,101	100

Se presenta la gráfica de sedimentación:

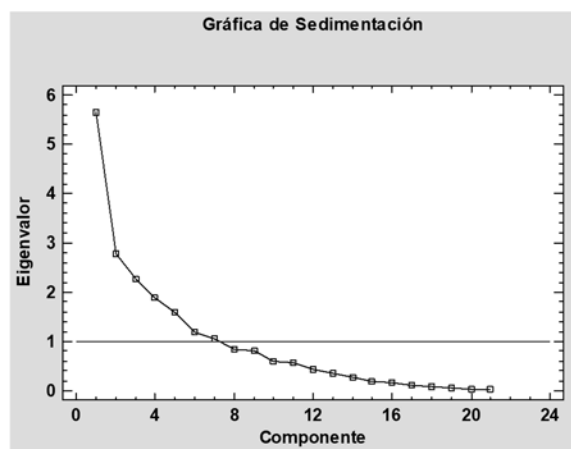


Fig. 47 Gráfica de sedimentación.

La línea horizontal fija el límite por encima del cual los puntos marcan el número de componentes principales, en este caso 7.

La prueba de Factorabilidad de Kaiser-Meyer-olkin arrojó un valor de 0,585426. Aunque el valor límite para realizar el estudio es de 0,6 se procedió de todas formas a realizar el estudio por encontrarse el valor muy próximo. Seguramente con un N mayor se alcanzaría dicho valor. Por otra parte, el test de Bartlett refleja que las variables comparten una varianza en común aportando un número de pruebas por variable de 6,42857 mayor de 6. En la la Tabla de Pesos de los Componentes se muestra el peso de las medidas sometidas al ACP.

Tabla 64. Tabla de Pesos de los Componentes de variables clásicas.

	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Comp. 6	Comp. 7
GNI	0,284349	0,338436	0,0731976	0,174554	-0,0797918	-0,0696488	0,175555
GNI4	0,310482	0,260833	0,0462175	0,254245	-0,0525093	-0,0077696	-0,0133525
HML	0,30783	0,309754	0,0292062	0,153111	-0,139659	-0,0461406	0,170269
HML4	0,322209	0,216167	0,152065	0,209942	-0,104871	0,109147	-0,0429387
TML	0,024216	0,235291	0,143658	-0,0623406	0,396019	0,234382	-0,364518
TML4	0,226074	0,0261787	0,238756	-0,040328	0,0094098	0,245544	-0,233719
GOG	0,29405	-0,191028	-0,0638395	-0,0990049	-0,161269	-0,42469	-0,15427
GOG4	0,241981	-0,30325	-0,0275477	-0,0199241	-0,187311	-0,389211	-0,255575
CDL	0,217619	-0,241353	-0,201917	0,233702	0,403487	0,0694053	0,198335
CDL4	0,189787	-0,320885	-0,172999	0,30565	0,316949	0,0780588	0,133268
MRL	0,187718	-0,0389657	-0,14929	-0,36117	-0,26529	0,309417	0,350562
MRL4	0,19924	-0,248883	0,0083476	-0,243156	-0,2248	0,366318	0,28821
MLT	0,196033	-0,091094	0,432899	-0,104564	0,0446801	-0,0049376	-0,115502
MLT4	0,2411	-0,16315	0,298585	-0,281507	0,016341	-0,0070798	-0,0315478
MAN	0,132552	0,179924	-0,464382	-0,0357106	-0,0258895	0,218295	-0,141239
MAN4	0,0391113	0,0137466	-0,395371	0,11351	-0,313657	0,20561	-0,462034
PMPL	0,26008	0,0114039	-0,172039	-0,1791	0,426671	-0,0785415	0,0666112
THICK	0,092927	0,253149	-0,0604427	-0,473329	0,265301	-0,0620869	-0,0527484
THICK4	0,166959	-0,21634	-0,0844419	-0,103184	0,0475501	0,2322	-0,374065
NECK	0,0277333	-0,294698	0,252	0,335524	-0,0429039	0,271983	-0,0341286
AP	0,220367	-0,0152049	-0,201464	-0,0193336	0,0184331	-0,255376	0,0492587

En color verde se muestran los valores que más influyen en las variables en sentido positivo (valores positivos) o negativamente (valores negativos). Las ecuaciones de las 2 primeras componentes son las siguientes:

Componente 1

$$0,284349 \cdot \text{GNI} + 0,310482 \cdot \text{GNI4} + 0,30783 \cdot \text{HML} + 0,322209 \cdot \text{HML4} + 0,024216 \cdot \text{TML} + 0,226074 \cdot \text{TML4} + 0,29405 \cdot \text{GOG} + 0,241981 \cdot \text{GOG4} + 0,217619 \cdot \text{CDL} + 0,189787 \cdot \text{CDL4} + 0,187718 \cdot \text{MRL} + 0,19924 \cdot \text{MRL4} + 0,196033 \cdot \text{MLT} + 0,2411 \cdot \text{MLT4} + 0,132552 \cdot \text{MAN} + 0,0391113 \cdot \text{MAN4} + 0,26008 \cdot \text{PMPL} + 0,092927 \cdot \text{THICK} + 0,166959 \cdot \text{THICK4} + 0,0277333 \cdot \text{NECK}$$

Componente 2

$$0,338436 * GNI + 0,260833 * GNI4 + 0,309754 * HML + 0,216167 * HML4 + 0,235291 * TML + 0,0261787 * TML4 - 0,191028 * GOG - 0,30325 * GOG4 - 0,241353 * CDL - 0,320885 * CDL4 - 0,0389657 * MRL - 0,248883 * MRL4 - 0,091094 * MLT - 0,16315 * MLT4 + 0,179924 * MAN + 0,0137466 * MAN4 + 0,0114039 * PMPL + 0,253149 * THICK - 0,21634 * THICK4 - 0,294698 * NECK - 0,0152049 * AP$$

En los gráficos siguientes se puede apreciar la dispersión de resultados en cuanto a sexos en función de sus componentes principales. Para las componentes 1 y 2 se puede observar que en la parte izquierda del gráfico se segrega el sexo femenino mientras que en la parte derecha se sitúa el masculino.

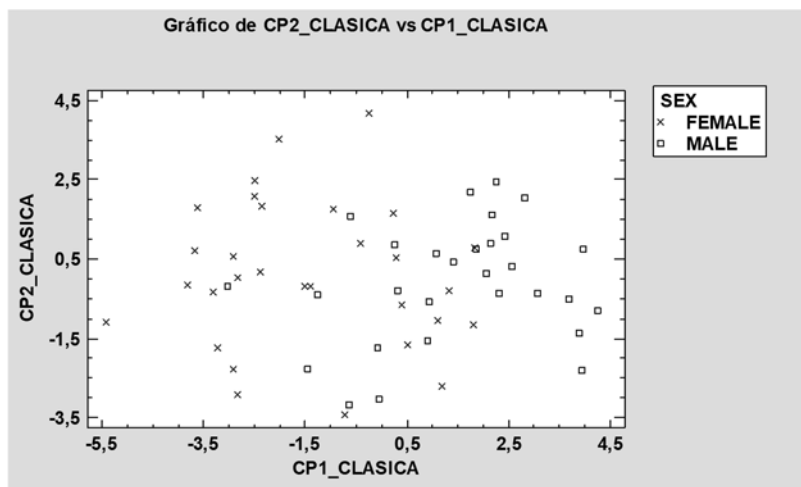


Fig. 48 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las 2 primeras componentes principales.

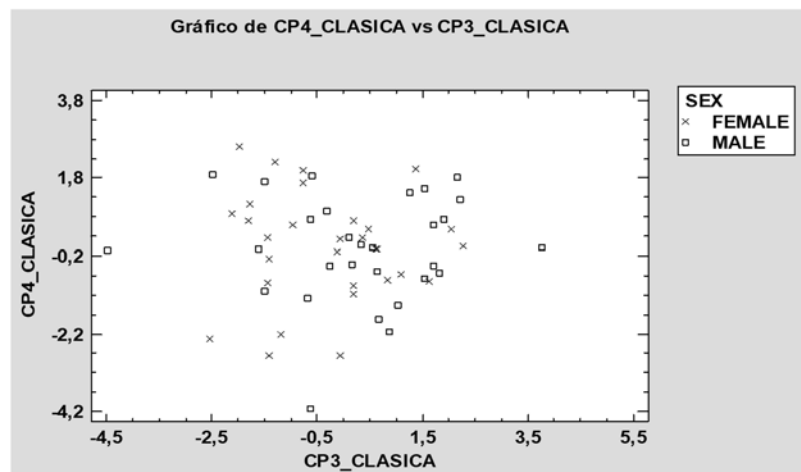


Fig. 49 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales tercera y cuarta.

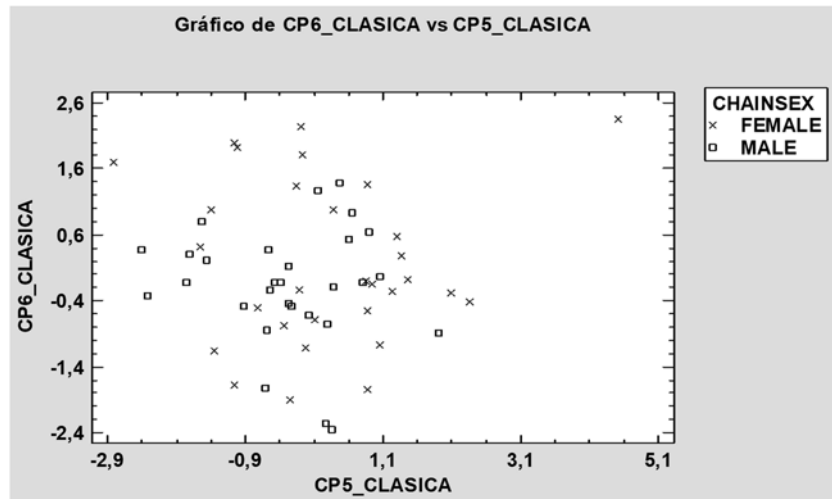


Fig. 50 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales 5 y 6.

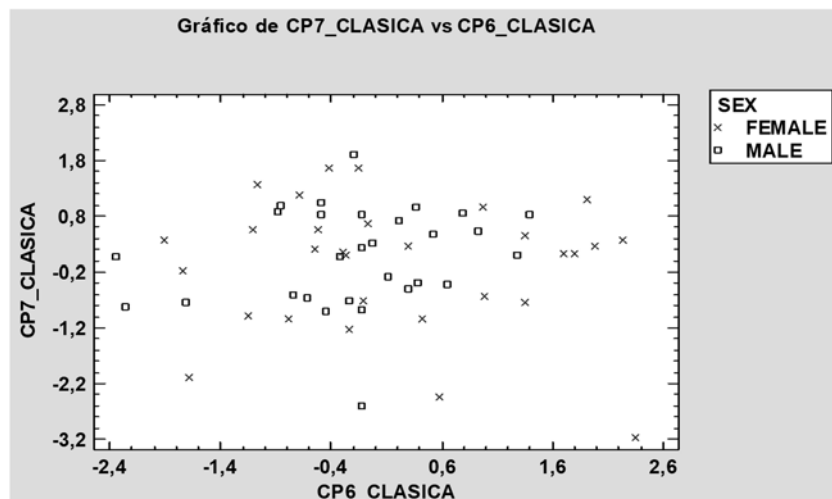


Fig. 51 Diagrama de dispersión de cada uno de los casos en función del sexo y de las componentes principales 6 y 7.

Se puede apreciar que las componentes principales 1 y 2 son más dimórficas que las otras 5 componentes ya que se observa una mezcla homogénea en las 3 últimas figuras (**Figs. 50, 51 y 52**). Las gráficas de los pesos de los componentes muestran cómo cada una de las variables influye en cada uno de los compontes principales.

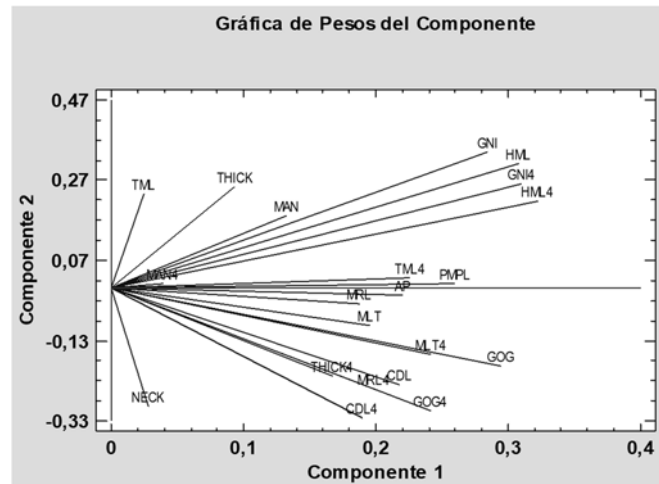


Fig. 52 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes.

Se puede apreciar cómo las variables contribuyen positivamente en el componente 1 mientras que en el componente 2 hay variables que contribuyen negativamente a la misma tal como CDL y GOG. Se puede observar como THICK y THICK4 se comportan de distinta forma, seguramente porque es la medida que muestra mayores problemas de repetibilidad y reproducibilidad (Ver **Tabla 29. Análisis de ANOVA para la regresión lineal de medidas lineales clásicas en las muestras reales para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables**).

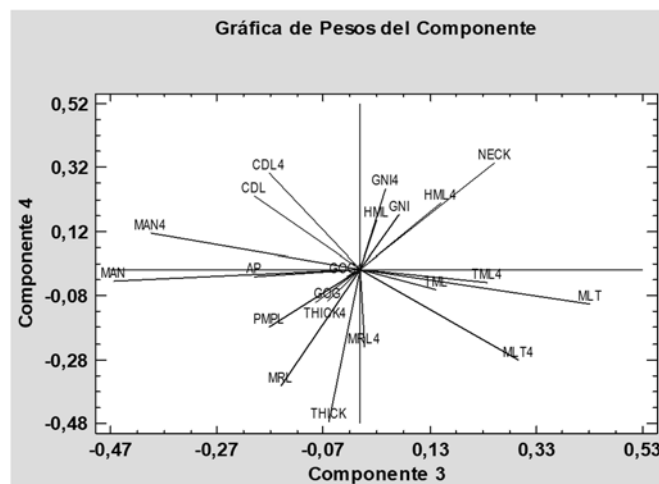


Fig. 53 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes principales tercera y cuarta.

En este caso, se pueden apreciar variables que influyen positivamente en ambas componentes como son la altura mandibular (HML) y la altura de la barbilla (GNI) mientras que otras influyen negativamente en las mismas tales como el grosor condilar (THICK).

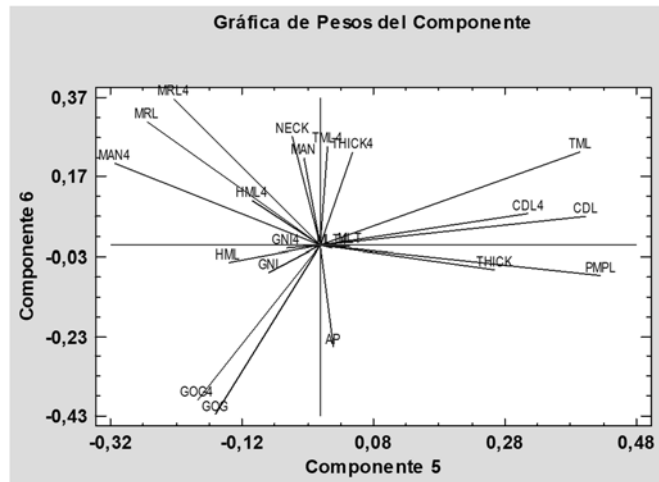


Fig. 54 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes 5 y 6.

Se puede apreciar cómo el número de variables que influyen en las componentes 5 y 6 disminuyen drásticamente. El grosor mandibular, TML y el ancho mandibular CDL son las únicas variables que influyen positivamente en ambas componentes.

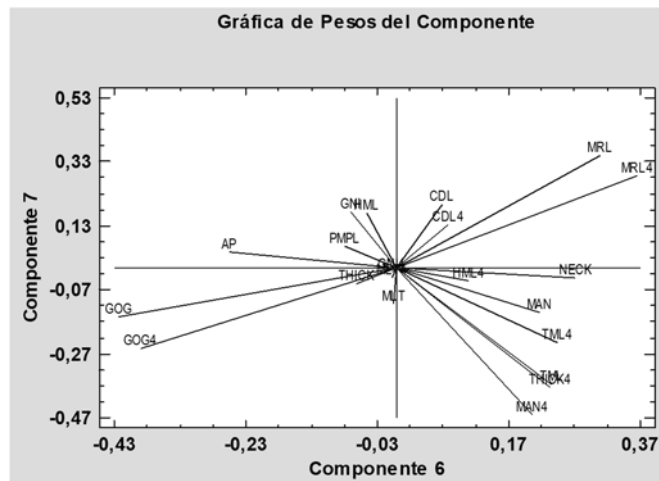


Fig. 55 Gráfica de Pesos de cada una de las variables en función de las componentes 6 y 7.

Por último, se presenta el gráfico de las componentes 6 y 7 donde puede apreciarse las influencias de cada una de las variables en cada componente.

Mediante el gráfico de matriz se puede apreciar las relaciones de unas componentes con otras. El componente 1 discrimina mejor que el resto de los componentes.

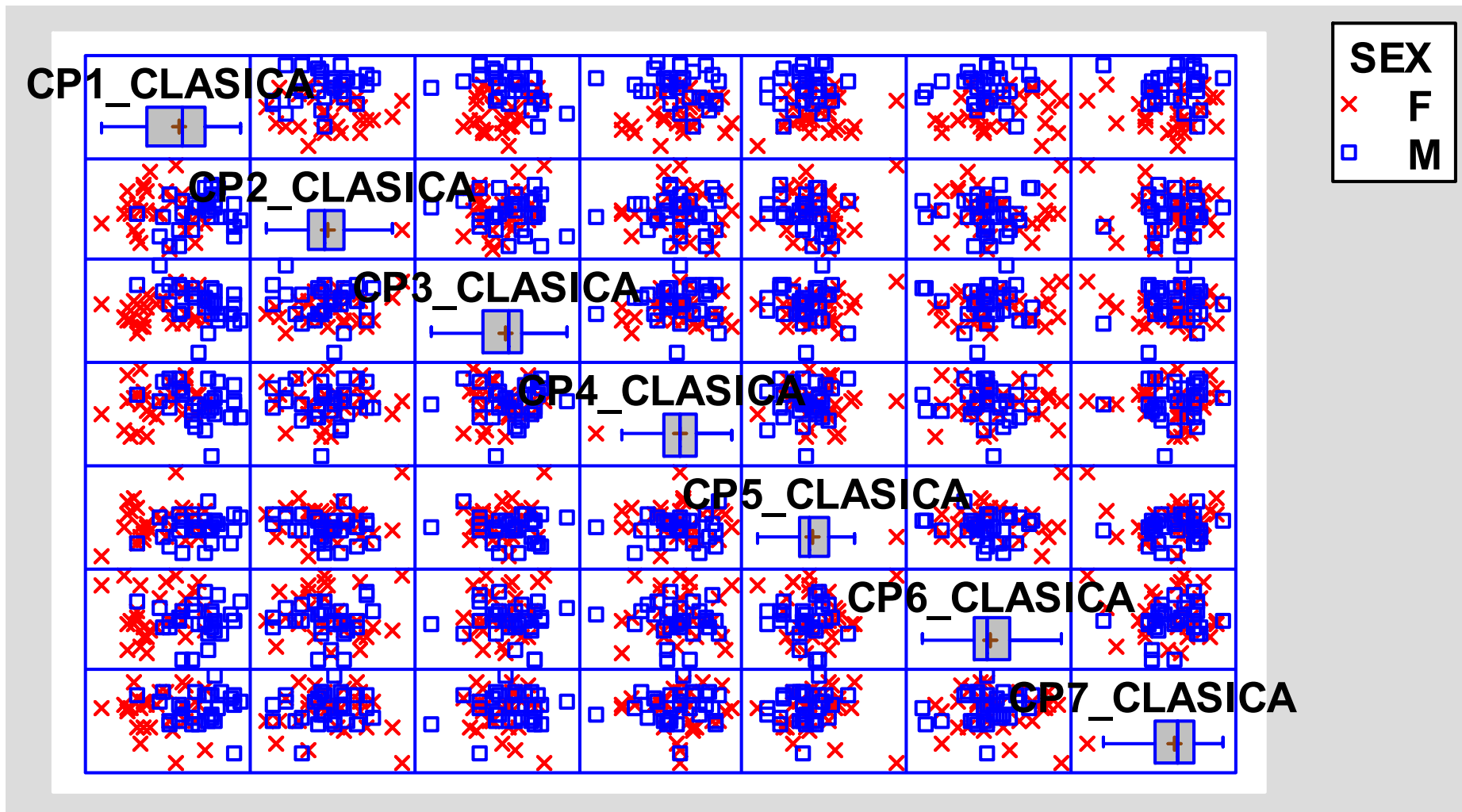


Fig. 56 Gráfica de matriz de las componentes principales de las ACP de las variables clásicas. F significa sexo femenino y M, representa el sexo masculino.

7.8.6. Ecuaciones discriminantes de las componentes principales de las variables clásicas lineales obtenidas en el hueso

En este caso se ha obtenido una ecuación extraída de las 7 componentes. Usando el algoritmo de selección por pasos se determinó que las componentes 1, 5 y 3 eran predictores significativos del sexo. La función discriminante con valor-P menor que 0,05 es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%. El número de casos completos analizados ha sido de 59 clasificándose en 2 grupos: hombres y mujeres. Con los parámetros establecidos se ha encontrado una única ecuación discriminante. A continuación se detalla las tablas resumen de la función discriminante:

Tabla 65 (a). Tabla resumen de la función discriminante de componentes principales de variables clásicas en hueso.

Función Discriminante	Eigenvalor	Porcentaje Relativo	Correlación Canónica
1	0,905714	100,00	0,68939

A continuación se muestra el valor Lambda de Wilks para esta ecuación.

Tabla 65 (b). Tabla resumen de la función discriminante de componentes principales de variables clásicas en hueso.

Funciones Derivadas	Lambda de Wilks	Chi-Cuadrada	GL	Valor-P
1	0,524738	35,7895	3	0,0000

El valor lambda de Wilks es bajo por lo que se presupone una cierta segregación. El valor p asociado a la prueba Chi-Cuadrada demuestra que la función discriminante es significativamente diferente de 0. La siguiente tabla muestra los coeficientes de la Función de Clasificación para ambos sexos.

Tabla 66. Coeficientes de la Función de Clasificación de componentes principales de variables clásicas en hueso.

	MALE	FEMALE
CP1_CLASICA	0,490794	-0,474434
CP5_CLASICA	0,263227	-0,254453
CP3_CLASICA	-0,33061	0,319589
CONSTANTE	-1,14574	-1,11607

La función encontrada es para el caso de los hombres:

$$-1,14574 + 0,490794*CP1_CLASICA + 0,263227*CP5_CLASICA - 0,33061*CP3_CLASICA$$

En el caso de las mujeres sería:

$$-1,11607 - 0,474434*CP1_CLASICA - 0,254453*CP5_CLASICA + 0,319589*CP3_CLASICA$$

El siguiente gráfico muestra visualmente cómo es posible la discriminación en función de estas dos variables.

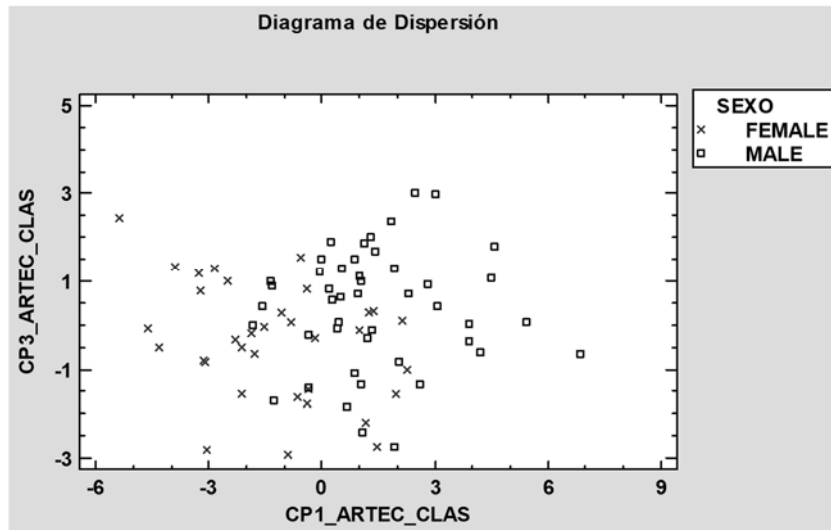


Fig. 57 Diagrama de dispersión en función de las componentes 1, 5 y 3.

Las ecuaciones discriminantes se forman a partir de los coeficientes estandarizados. Así, la función discriminante obtenida es la siguiente:

$$0,972775*CP1_CLASICA + 0,412273*CP3_CLASICA - 0,433328*CP5_CLASICA$$

Así se establece un resumen del porcentaje de casos correctamente clasificados.

Tabla 67. Porcentaje de correcta clasificación de componentes principales de variables clásicas en hueso.

SEXO	Tamaño de Grupo	Predicho	
		MALE	FEMALE
MALE	29	24 (82,76%)	5 (17,24%)
FEMALE	30	7 (23,33%)	23 (76,67%)

Porcentaje de casos correctamente clasificados: **79,67%**

Entre los 59 casos empleados, 47 fueron correctamente asignados. Los valores centroides muestran los valores promedio de la función discriminante para cada sexo.

Tabla 68. Centroides de Grupo de componentes principales de variables clásicas en hueso.

Grupo	Centroides
M	0,951412
F	-0,919698

Y, por último se muestran los descriptivos de las componentes principales.

Tabla 69. Resumen Estadístico por Grupo de componentes principales de variables clásicas en hueso.

SEXO	MALE	FEMALE	TOTAL
RECuento	29	30	59
MEDIAS			
CP1_CLASICA	1,48106	-1,43169	-1,13559E-7
CP3_CLASICA	0,320939	-0,310241	-2,0339E-8
CP5_CLASICA	-0,283748	0,274289	-3,08305E-7
DESVIACIONES ESTÁNDAR			
CP1_CLASICA	1,82772	1,94011	2,37733
CP3_CLASICA	1,66885	1,29435	1,51112
CP5_CLASICA	1,03232	1,42391	1,26783

7.9. RESULTADOS DE CURVAS ROC PARA LAS VARIABLES LINEALES MEDIDAS MEDIANTE ESCÁNER

La curva ROC permite una determinación más sensible de la discriminación sexual teniendo en cuenta la sensibilidad y especificidad en la medida. En esta investigación se ha definido sensibilidad como la probabilidad de, dado un individuo masculino, que la prueba lo clasifique como masculino, mientras que la especificidad, en este caso en concreto, se definió como la probabilidad de que un individuo femenino, sea clasificado como femenino. Las medidas de sensibilidad y especificidad corresponden a una probabilidad a priori, es decir, dado el sexo real de un individuo, calculan la probabilidad de que se obtenga un resultado positivo o negativo en la prueba. En la **Fig. 58** se representa la curva ROC para cada una de las medias de las variables lineales medidas mediante escáner. Como puede apreciarse en el gráfico hay variables claramente discriminantes puesto que están muy separadas de la línea de referencia tales como meanAP_R o meanHML_R mientras que otras no poseen ningún poder discriminante tal como meanNECK_L. La **Tabla 70** muestra el resumen de los valores para la curva ROC y de acuerdo a la exposición de resultados de Lopez-Capp et al. 2018 [68]. Como valor de cutoff se ha escogido aquel que tanto para HOMBRES (sensibilidad) como para MUJERES (especificidad) muestre una proporción próxima al 80%.

Tabla 70. Resumen de los parámetros obtenidos de la curva ROC para cada una de las variables lineales en modelos 3D.

Medida	AUC	Error estándar	p value	Límite inferior	Límite superior	Sectioning point	Hombre (%)	Mujer (%)
meanHML_L	0.715	0.057	0.001	0.602	0.827	♀ < 25.1950 > ♂	82.6	55.9
meanHML_R	0.792	0.052	0.000	0.691	0.893	♀ < 26.0450 > ♂	80.4	67.6
meanTML_L	0.611	0.065	0.092	0.484	0.737	♀ < 9.3600 > ♂	80.4	55.9
meanTML_R	0.647	0.062	0.025	0.526	0.768	♀ < 9.5350 > ♂	80.4	44.1
meanXRL_L	0.780	0.051	0.000	0.680	0.880	♀ < 60.9275 > ♂	80.4	58.9
meanXRL_R	0.768	0.054	0.000	0.663	0.873	♀ < 60.2225 > ♂	82.6	64.7
meanGNI	0.708	0.058	0.002	0.595	0.822	♀ < 27.3025 > ♂	80.4	47.1
meanMRL_L	0.699	0.060	0.002	0.581	0.818	♀ < 37.2925 > ♂	80.4	41.2
meanMRL_R	0.721	0.058	0.001	0.608	0.833	♀ < 37.6700 > ♂	80.4	47.1
meanAP_L	0.721	0.058	0.001	0.607	0.834	♀ < 15.6375 > ♂	84.8	52.9
meanAP_R	0.809	0.050	0.000	0.711	0.906	♀ < 16.8175 > ♂	80.4	73.5
meanCDL	0.636	0.063	0.039	0.513	0.758	♀ < 106.6550 > ♂	80.4	32.4
meanGOG	0.775	0.051	0.000	0.676	0.874	♀ < 90.4075 > ♂	80.4	55.9
meanPMPL_L	0.632	0.064	0.044	0.506	0.758	♀ < 17.5925 > ♂	80.4	38.2
meanPMPL_R	0.667	0.063	0.011	0.544	0.789	♀ < 18.4175 > ♂	80.4	61.8
meanTHICK_L	0.586	0.064	0.192	0.460	0.712	♀ < 6.8175 > ♂	80.4	32.4
meanTHICK_R	0.556	0.065	0.392	0.429	0.683	♀ < 6.8775 > ♂	80.4	26.4
meanNECK_L	0.503	0.069	0.969	0.367	0.638	♀ < 7.3275 > ♂	80.4	29.4
meanNECK_R	0.561	0.068	0.350	0.428	0.695	♀ < 7.3825 > ♂	80.4	32.4

Las variables de resultado de prueba, bajo el supuesto no paramétrico: meanHML_L, meanHML_R, meanTML_L, meanAP_R, meanPMPL_L, meanTHICK_R, meanNECK_R tiene, como mínimo, un empate entre el grupo estado real positivo (MALES) y el grupo de estado real negativo (FEMALES). Las estadísticas podrían estar sesgadas.

La hipótesis nula se describe como un área verdadero = 0,5 y un valor de $p > 0,05$.

Como puede observarse meanTML_L, meanTHICK_L, meanTHICK_R, meanNECK_L, meanNECK_R no discriminan ya que tienen un valor $p > 0,05$.

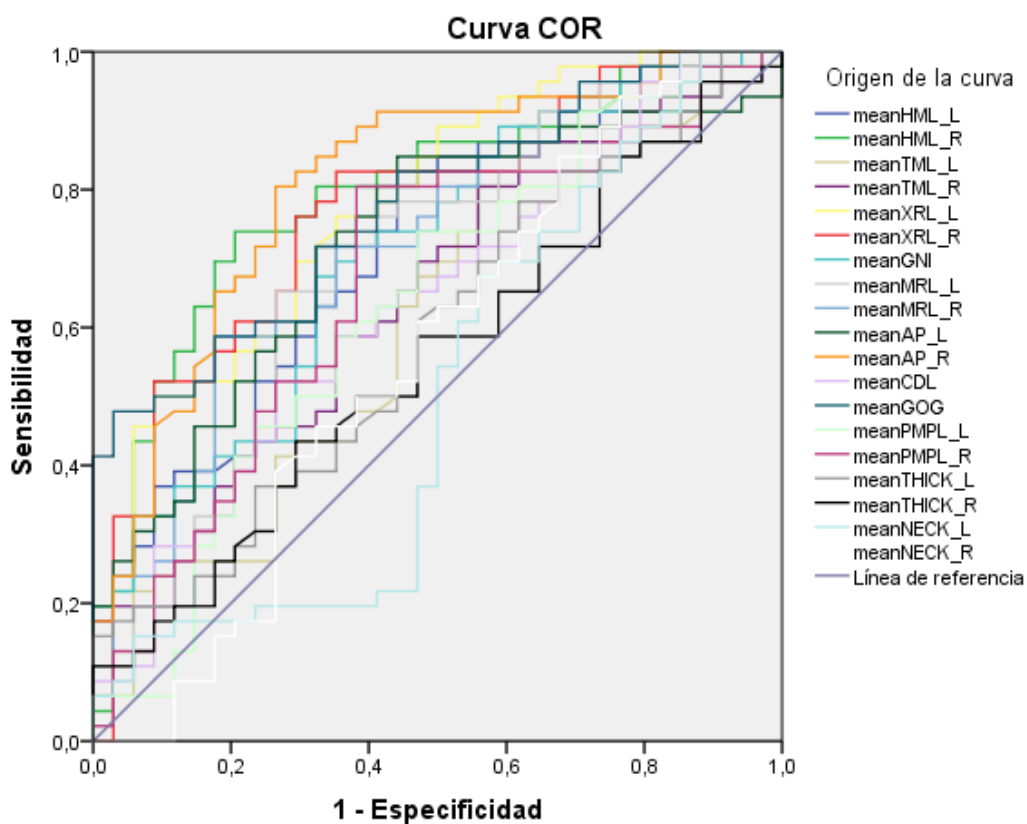


Fig. 58 Curva ROC de las medias de las variables lineales medidas mediante escáner facial.

7.10. RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA MEDIANTE METODOLOGÍA PRISMA PARA SU DISCUSIÓN EN META-ANÁLISIS

En las siguientes tablas y figuras puede comprobarse los resultados obtenidos aplicando la metodología PRISMA para las bases de datos Scopus y WOS. Los parámetros aplicados a cada una de las búsquedas han sido descritos en el apartado de

MATERIALES Y MÉTODOS. Todas las búsquedas han sido guardadas en el perfil de usuario registrado disponible en la página de recursos científicos de la FECYT.

Tabla 71. Resultados obtenidos en la búsqueda bibliográfica aplicando metodología PRISMA.

Nº búsqueda	Base de datos	Nº Encontrados	Nº Elegidos	Nº Descartados
1	WOS	80462	-	-
2	WOS	354		
3	WOS	29		
1	Scopus	3	1	2
2	Scopus	11		
3	Scopus	532		

Nº búsqueda: según la descripción realizada en el apartado de materiales y métodos; Base de datos: base con la cuál se ha realizado la búsqueda (WOS o Scopus); Nº Encontrados: número de artículos encontrados según los criterios de búsqueda. Está compuesto del número de artículos elegidos para la obtención de datos (Nº Elegidos) y del número de artículos descartados por no cumplir los parámetros de inclusión de la búsqueda.

La búsqueda por WOS permite analizar los resultados obtenidos en función de una serie de variables. Este tipo de análisis no ha sido incorporado a la base de datos Scopus. A continuación se presenta dicho análisis para las dos búsquedas WOS en función a las áreas de investigación, los años de publicación, tipo de documento, las bases de datos y los países y regiones donde se llevaron a cabo las investigaciones.

En cuanto a la búsqueda de tesis relacionadas con el tema de la tesis se han elegido los siguientes resultados:

Tabla 72. Resultados obtenidos en la búsqueda tesis relacionadas.

Palabras clave	Base de datos	Nº Encontrados	Nº Elegidos	Nº Descartados
Volumetría	TESEO	9	0	9
Métrica mandíbula	TESEO	0	0	0
Mandíbula	TESEO	228	2	226

La búsqueda en TESEO con la palabra clave **volumetría**, señaló 9 resultados pero ninguno de ellos cumplía los criterios de inclusión (medición de volumetría en mandíbula y dimorfismo sexual). El único resultado levemente relacionado con el tema propuesto de la tesis fue: "Morfología y Volumetría del Seno Maxilar" que fue rechazado porque fue imposible acceder a dicha tesis a través de TESEO o la web. La única información disponible ha sido obtenida a través del sitio [110]. Para la búsqueda de TESEO con la palabra clave **mandíbula** se han encontrado 228 resultados de los cuales destaca la tesis

de Luz Victoria Mendoza García en (2018) [111] importante en la medición volumétrica condilar y las medidas lineales de longitud de rama y cóndilo para el dimorfismo sexual. También se ha recogido la tesis de Elia Ramos Rodríguez si bien en dicha tesis no se reflejan datos significativos para la discusión posterior en la presente tesis [112]. En la **Fig. 59** se describe el proceso de elección de estudios para el análisis meta-analítico de acuerdo con los criterios PRISMA.

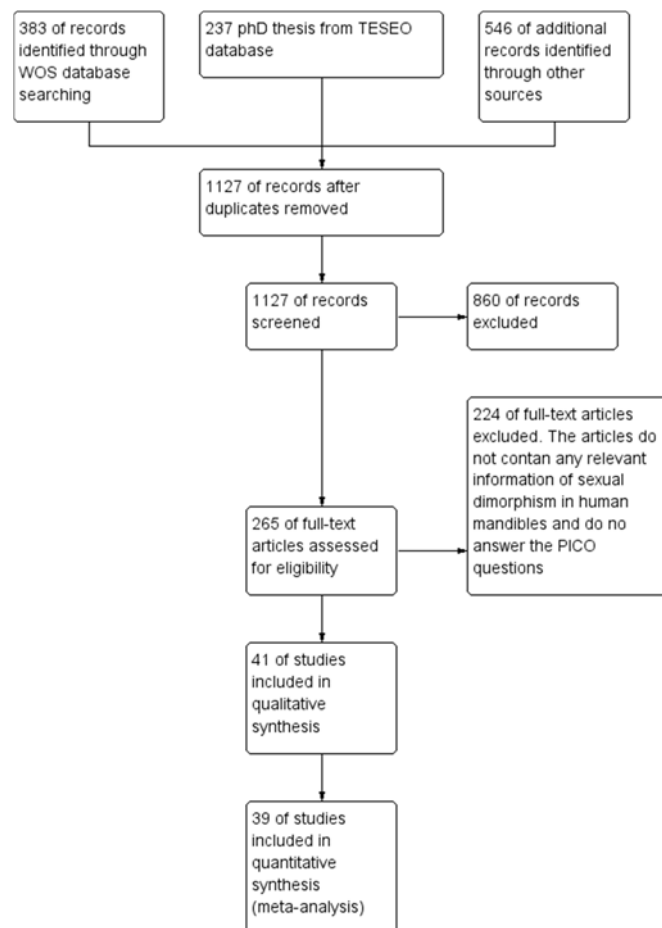


Fig. 59 Descripción del proceso de elección de estudios para el análisis meta-analítico.

7.11. RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE VARIABLES

Los datos recogidos de los artículos e información elegida gracias a la búsqueda sistemática han sido recogidos en una tabla Excel. En total han sido investigadas 82 variables de 44 artículos y tesis doctorales. De esas variables se han recogido para el sexo masculino: número de individuos, el valor de la variable y desviación estándar. De la misma forma, se ha recogido los mismos parámetros para el sexo femenino. No en todas las fuentes de información se han podido obtener todos los datos para las variables especificadas.

8. DISCUSIÓN

Se ha procedido a la determinación de aquellos parámetros mandibulares que pudieran ser más dimórficos. Para ello, se han realizado mediciones lineales clásicas “in situ” en mandíbulas y se ha procedido a obtener digitalizaciones 3D en las que medir esas medidas lineales así como parámetros volumétricos.

No se conocen estudios que hayan procedido a realizar modelos 3D con escáneres odontológicos, portátiles o de láser actuales y que, a su vez, hayan medido parámetros volumétricos de interés por lo que en sí, queda demostrada la originalidad de la presente tesis. Únicamente se ha encontrado resultados derivados al volumen condilar en la tesis doctoral de Luz Victoria Mendoza García (2018) [111] a partir de tomografía computerizada (CBCT). Dicha autora destaca que el cálculo del volumen requiere mayores tiempos de análisis y una capacitación y familiarización con el procedimiento de trabajo.

8.1. PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE ESCANEADO

Son muchos los parámetros que intervienen en una buena digitalización de los huesos. El proceso de digitalización es el primer paso para la obtención de unas medidas exactas y significativas por lo que hay que extremar el cuidado.

Los factores que podrían intervenir en el proceso serían los siguientes:

- **Tipo de escáner** utilizado: no todos los escáneres tienen la misma precisión y exactitud. Es necesario consultar con las fichas técnicas de los escáneres para evaluar si es posible la digitalización de un determinado objeto. En el apartado de Introducción se ha proporcionado información sobre las características más importantes a tener en cuenta.
- La **utilización de luz** natural o artificial: es preferible la utilización de luz artificial para reproducir en todo momento la metodología. En el caso de escáneres móviles de luz tipo LED, es un factor fundamental.
- El **método de escaneado**: si se escanea la pieza de una vez, el tiempo empleado en escanear una determinada zona, la distancia de escaneado.
- **Pericia del usuario** a la hora de escanear de acuerdo a una metodología determinada.
- Mención aparte requiere el **programa de digitalización utilizado** para la construcción de modelos: está directamente implicado en los frames de adquisición de datos, modelización a partir de los scans y depuración de dichos modelos de

acuerdo con algoritmos propios. Asimismo, está relacionado con la toma de medidas tanto lineales como volumétricas (en coordenadas paramétricas o de ajuste perfecto).

- Por otra parte, los **parámetros específicos del hueso** o pieza a digitalizar también intervendrán en el proceso: tamaño y forma del objeto (más o menos anguloso) son claves a la hora de elegir un escáner; el material del objeto (materiales translúcidos no serán escaneables, abstenerse de recubrir los huesos con barnices). El tratamiento con agua oxigenada está totalmente contraindicado ya que produce un blanqueamiento que dificulta definitivamente la digitalización con escáneres de luz.

Todos estos parámetros influyen a lo largo del proceso y deben ser tenidos en cuenta en las labores de comparación de datos entre distintas metodologías o escáneres.

8.2. COMPARACIÓN DE LAS MEDIDAS LINEALES OBTENIDAS POR INSTRUMENTACIÓN CLÁSICA Y LAS OBTENIDAS POR LA METODOLOGÍA 3D

A continuación se presentan las diferentes tablas y gráficos de comparación entre las medidas obtenidas con instrumentación clásica: calibre, y mandibulómetro y las obtenidas por medio de la metodología 3D: adquisición de los modelos 3D por medio del escáner Pritidenta y utilización del software 3D para el refinamiento de mallas y obtención de la medida en dichos modelos.

Tabla 73. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable altura de barbilla (GNI). N representa el número de medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanGNI	78	31,78	4,58	62	27,52	5,35
GNI	43	27,16	4,58	44	22,45	5,73
GNI1B	12	24,75	4,31	15	19,20	6,10
GNI2B	11	27,82	4,38	15	22,07	6,81
GNI3B	12	26,67	4,60	15	20,33	6,41
GNI4	36	26,93	4,88	41	22,97	5,51

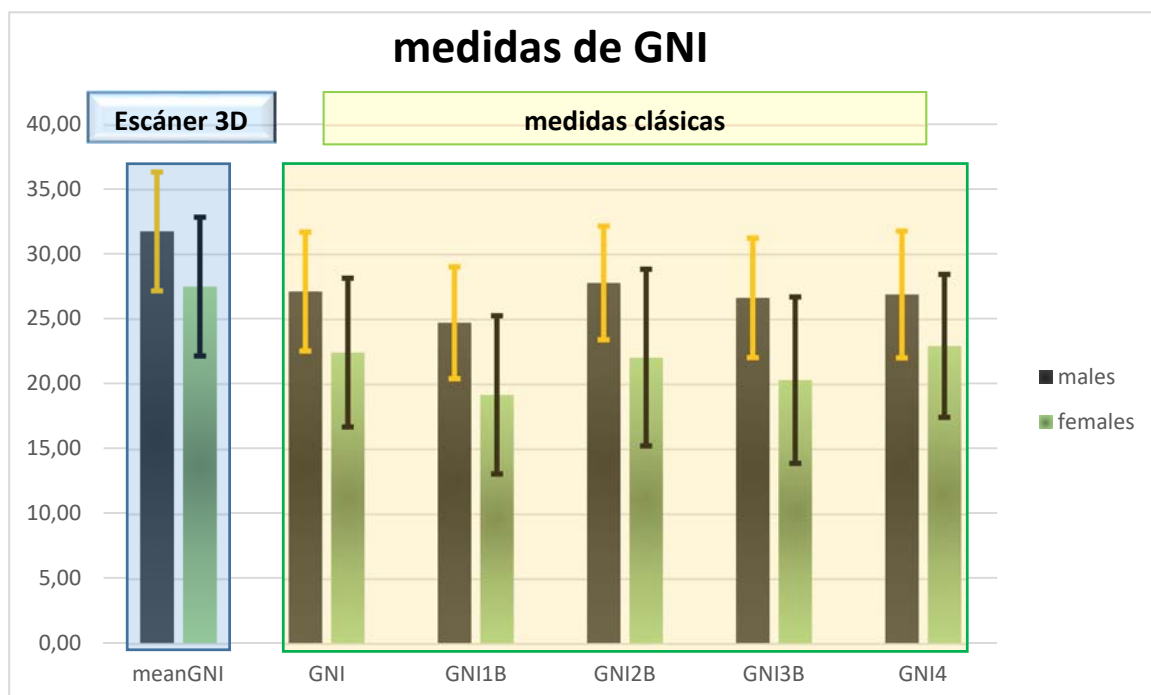


Fig. 60 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable GNI tanto en metodología 3D con medida clásica. meanGNI representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. GNI1B, GNI2B y GNI3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. GNI4 representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que GNI representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica.

Tabla 74. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable CDL. *N* representa el número de mandíbulas medidas y *SD*, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanCDL	77	113,02	5,64	59	109,18	5,64
CDL	40	111,88	4,80	36	109,00	5,53
CDL1B	12	110,42	4,44	14	106,07	5,34
CDL2B	11	116,18	3,52	15	109,73	6,24
CDL3B	12	114,08	4,06	15	108,00	6,87
CDL4	34	113,29	5,08	36	110,67	6,00

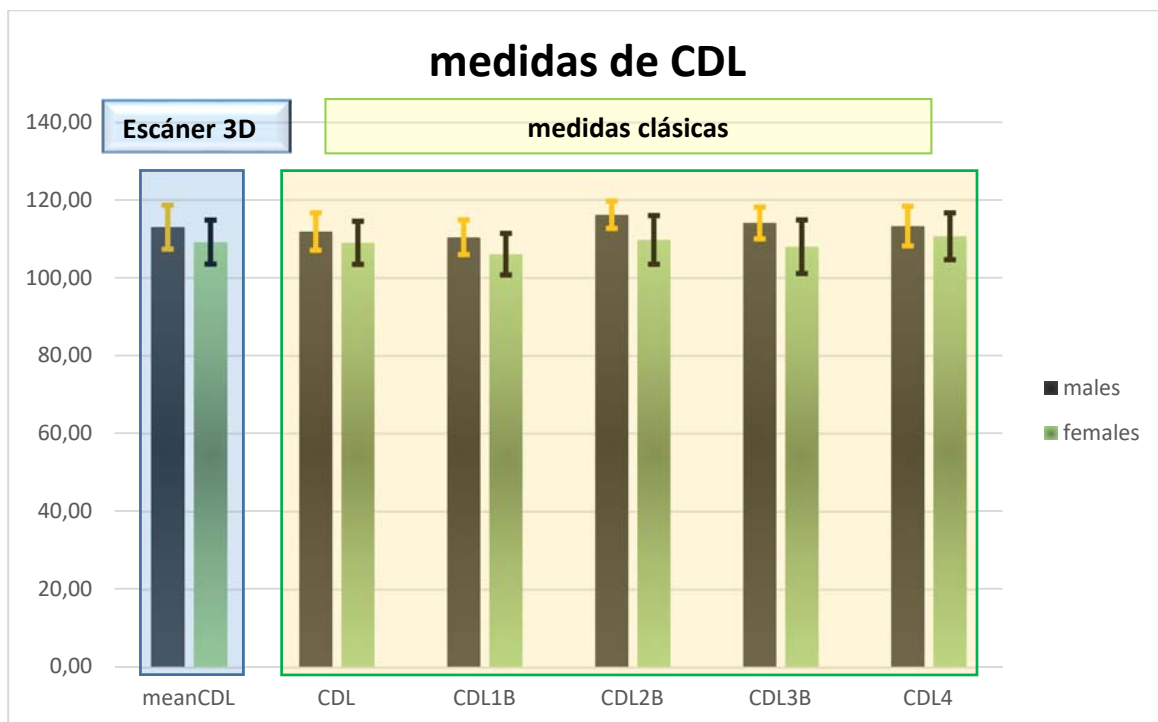


Fig. 61 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable CDL tanto en metodología 3D con medida clásica. *meanCDL* representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. *CDL1B*, *CDL2B* y *CDL3B* representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. *CDL4* representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que *CDL* representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica.

Tabla 75. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable GOG. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanGOG	78	95,65	6,03	61	89,40	5,75
GOG	42	96,74	5,67	42	89,07	4,75
GOG1B	12	93,92	4,76	15	86,53	4,66
GOG2B	11	97,27	4,47	15	89,47	4,24
GOG3B	12	96,92	5,81	15	87,80	4,78
GOG4	36	98,08	5,54	40	91,44	5,77

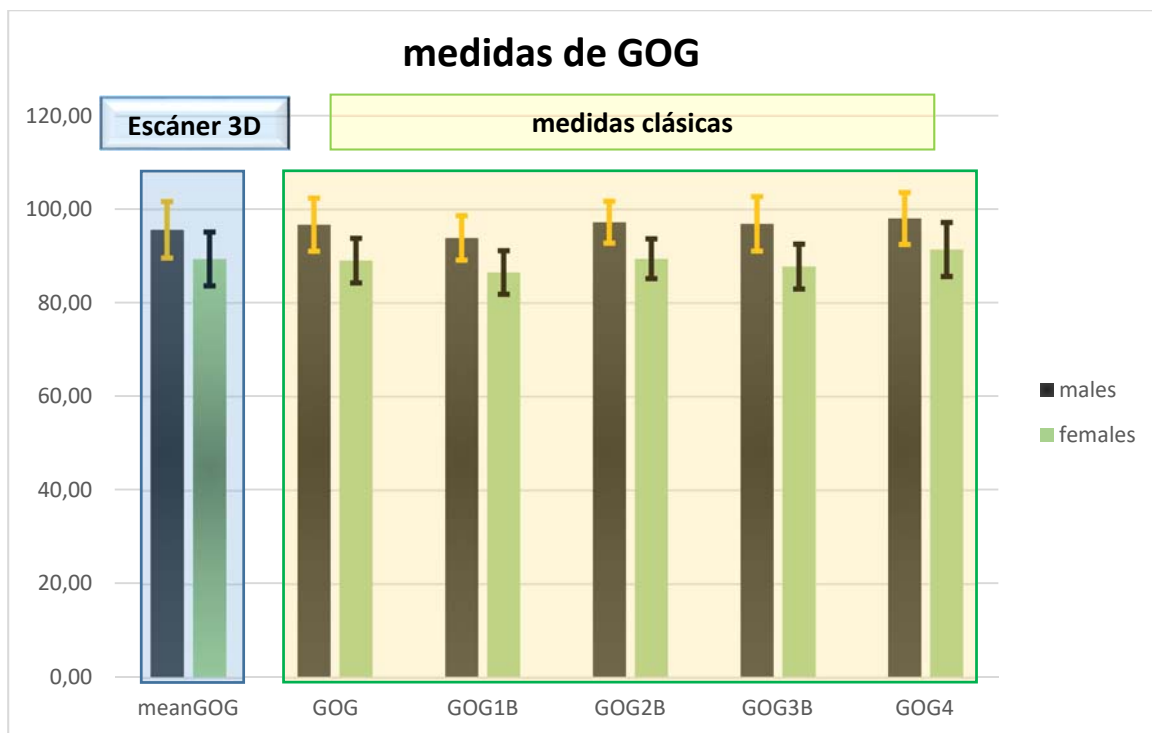


Fig. 62 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable GOG tanto en metodología 3D con medida clásica. meanGOG representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. GOG1B, GOG2B y GOG3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. GOG4 representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que GOG representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica.

Tabla 76. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable HML. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanHML_L	78	28,09	4,33	61	24,54	5,09
HML	43	24,53	4,63	44	20,14	5,68
HML1B	12	24,17	2,62	15	17,47	6,21
HML2B	11	27,18	3,12	15	19,60	5,46
HML3B	12	25,25	2,77	15	18,00	5,50

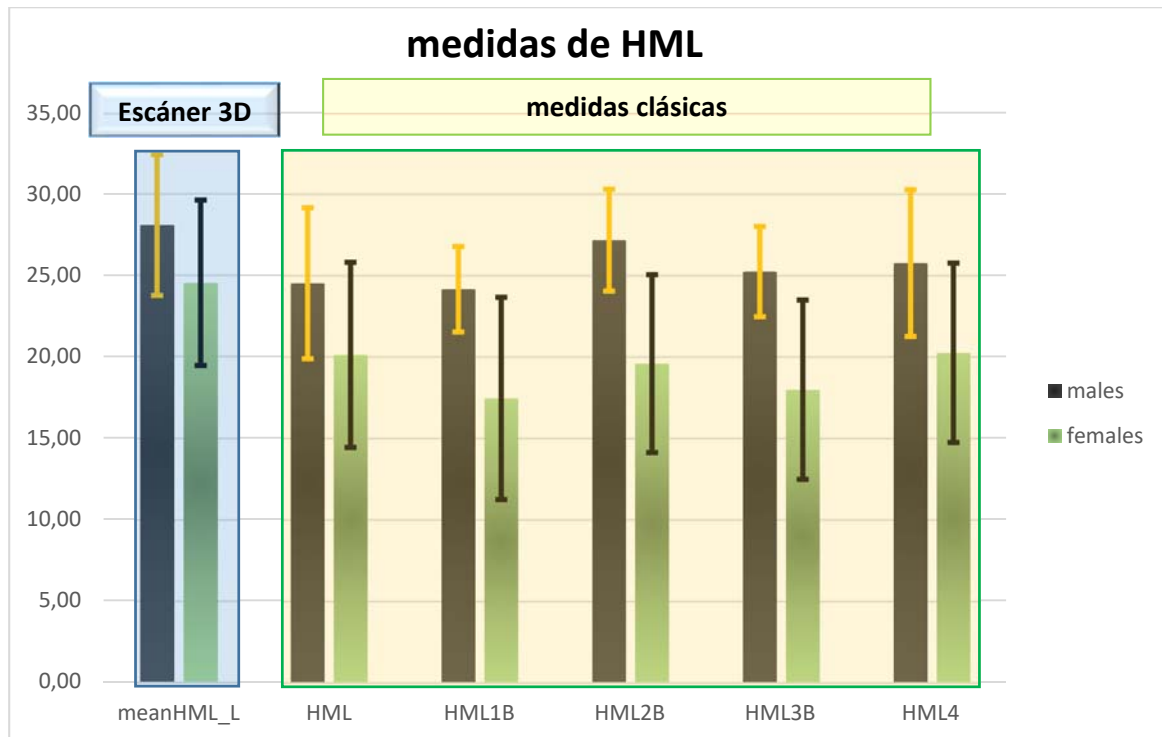


Fig. 63 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable HML tanto en metodología 3D con medida clásica. meanHML_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. HML1B, HML2B y HML3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. HML4 representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que HML representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Tabla 77. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable TML. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanTML_L	78	28,09	4,33	61	24,54	5,09
TML	43	24,53	4,63	44	20,14	5,68
TML1B	12	24,17	2,62	15	17,47	6,21
TML2B	11	27,18	3,12	15	19,60	5,46
TML3B	12	25,25	2,77	15	18,00	5,50
TML4	37	11,04	1,42	42	10,22	1,71

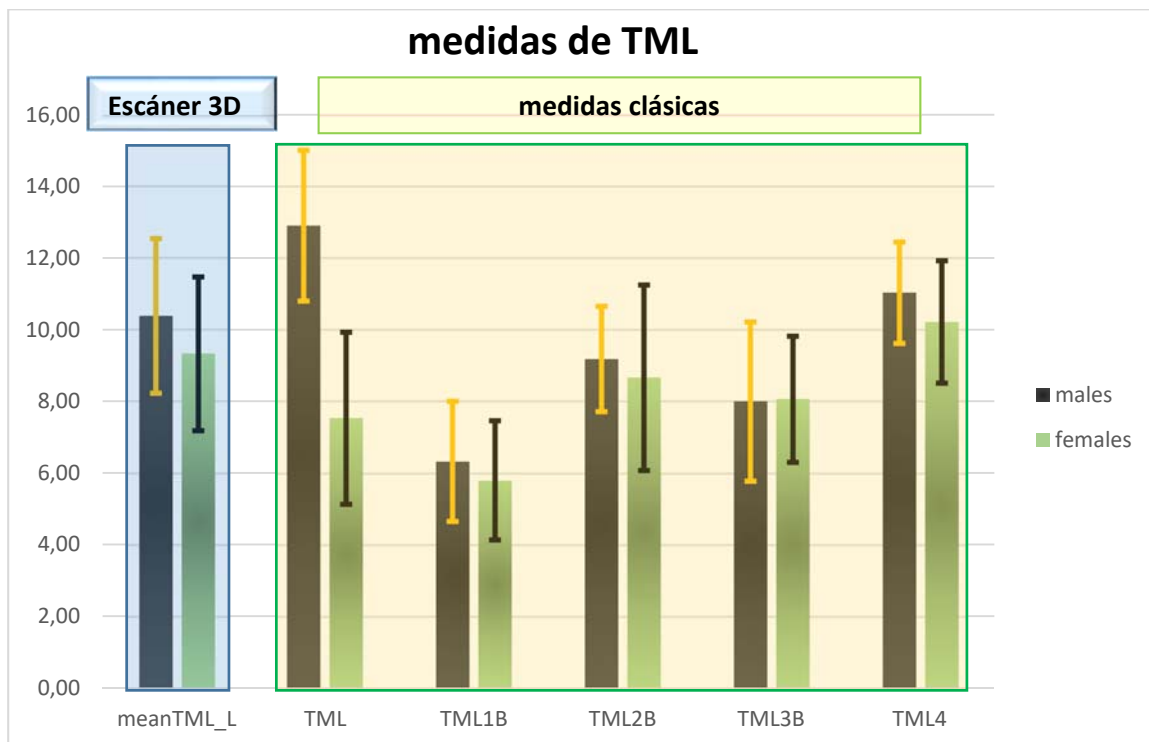


Fig. 64 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable TML tanto en metodología 3D con medida clásica. meanTML_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. TML1B, TML2B y TML3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. TML4 representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que TML representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Tabla 78. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable MRL. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanMRL_L	53	40,99	3,37	39	38,50	3,82
MRL	42	39,86	3,75	44	38,14	3,63
MRL1B	12	29,83	2,79	15	29,80	9,06
MRL2B	11	43,09	3,48	14	38,71	3,41
MRL3B	12	37,75	3,49	15	36,47	4,21
MRL4	34	42,54	3,29	40	39,48	3,64

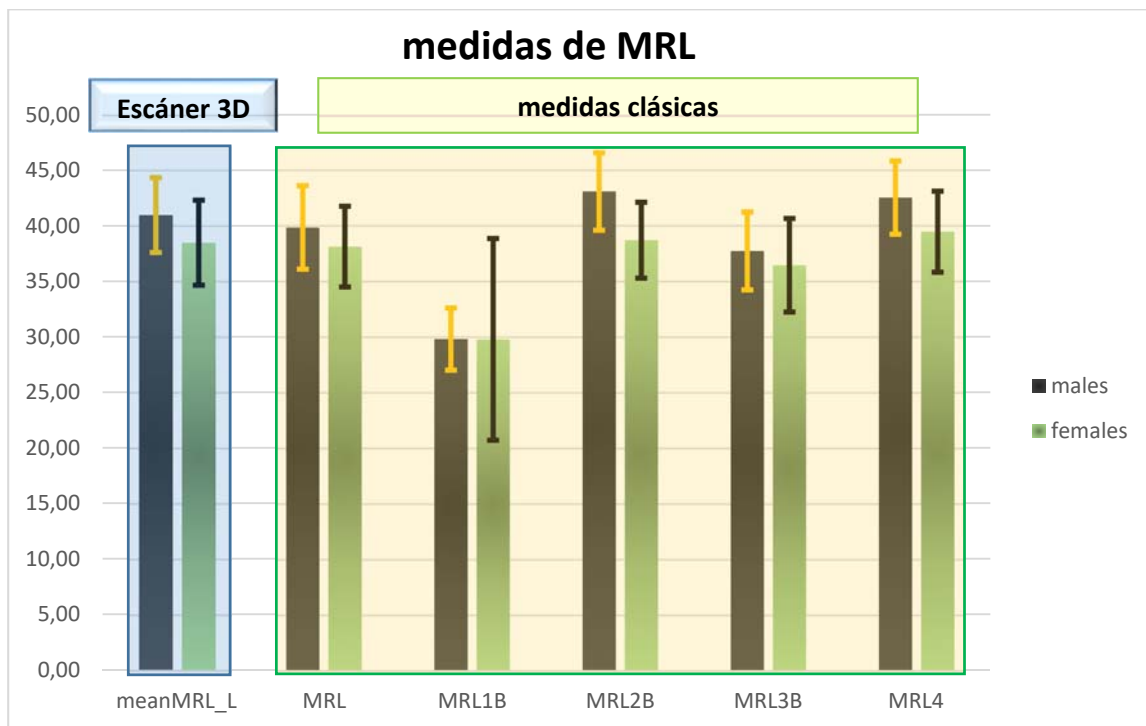


Fig. 65 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable MRL tanto en metodología 3D con medida clásica. meanMRL_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. MRL1B, MRL2B y MRL3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. MRL4 representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que MRL representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Tabla 79. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable AP. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanAP_L	54	18,25	5,31	44	15,41	3,25
AP	41	14,39	3,99	42	12,21	3,29
AP1B	12	11,42	2,75	15	9,00	3,57
AP2B	11	15,55	1,81	15	11,53	2,17
AP3B	12	13,92	1,88	15	10,53	2,39

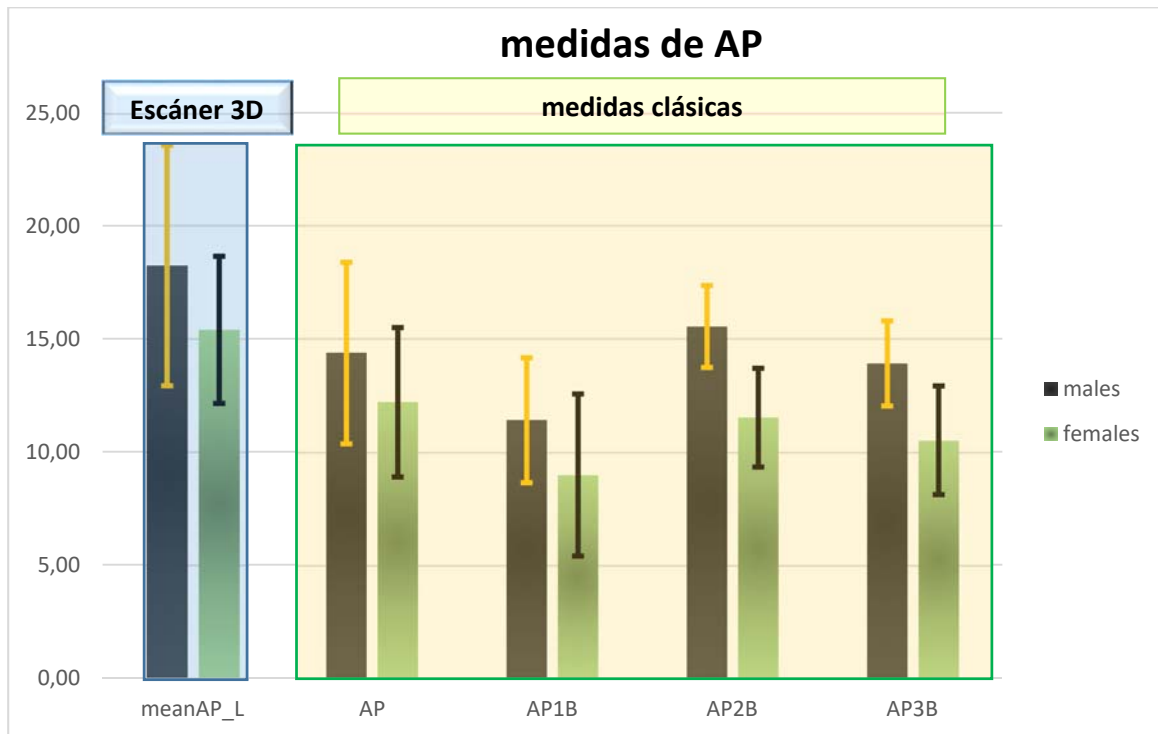


Fig. 66 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable AP tanto en metodología 3D con medida clásica. meanAP_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. AP1B, AP2B y AP3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. AP representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 3 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Tabla 80. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable PMPL. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanPMPL_L	78	19,22	2,17	60	18,10	2,19
PMPL	41	18,12	2,32	41	16,83	1,96
PMPL1B	12	15,58	2,61	14	14,93	1,49
PMPL2B	11	19,27	1,42	15	17,93	1,75
PMPL3B	12	17,50	2,35	15	16,27	2,02

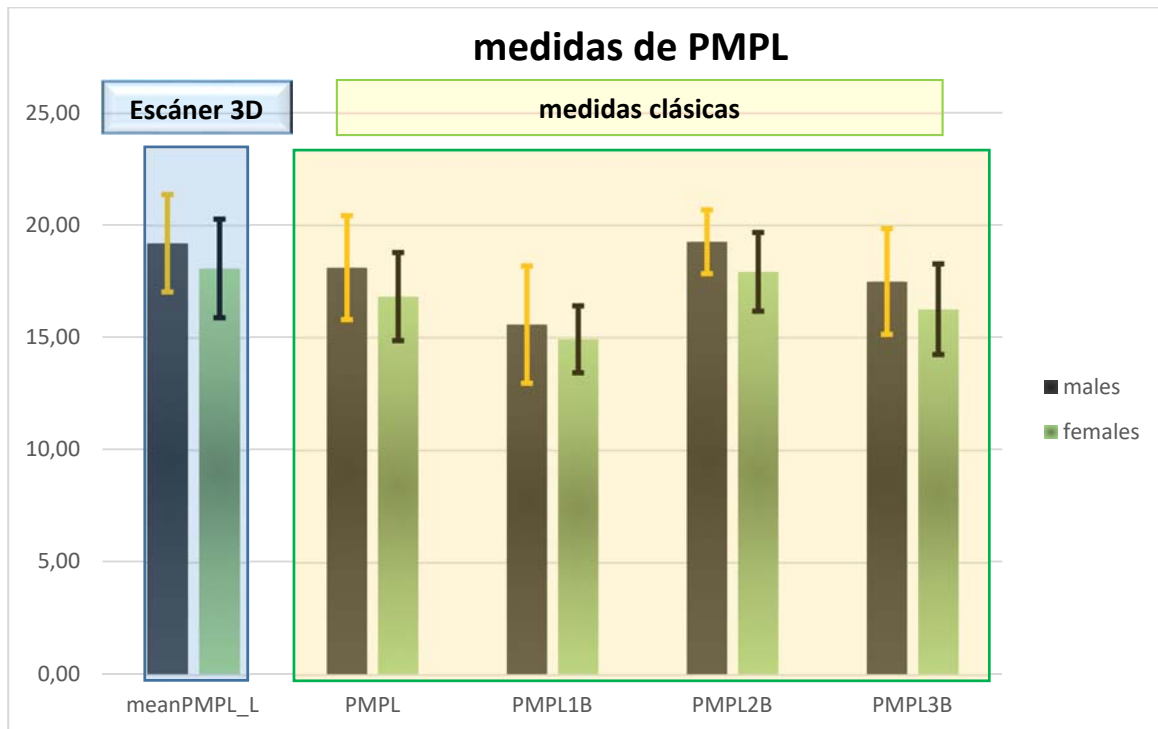


Fig. 67 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable PMPL tanto en metodología 3D con medida clásica. meanPMPL_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. PMPL1B, PMPL2B y PMPL3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. PMPL representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 3 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Tabla 81. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable THICK. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanTHICK_L	78	8,19	2,39	61	7,44	1,25
THICK	42	7,55	2,98	43	7,02	2,36
THICK1B	12	5,17	0,94	15	5,27	1,16
THICK2B	11	8,36	1,12	15	8,33	1,18
THICK3B	12	6,67	1,15	15	6,40	0,91
THICK4	36	13,53	2,10	38	12,64	2,39

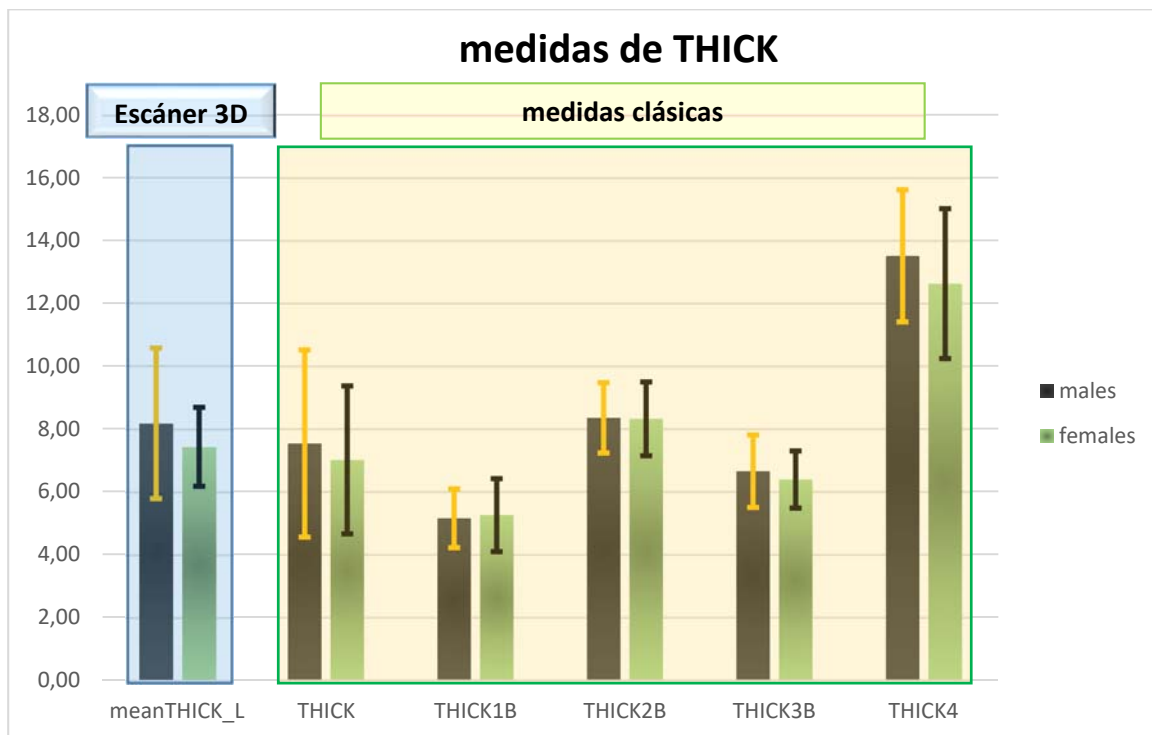


Fig. 68 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable THICK tanto en metodología 3D con medida clásica. meanTHICK_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. THICK1B, THICK2B y THICK3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. THICK4 representa la media de los valores obtenidos por el usuario que suscribe la presente tesis mediante instrumentación clásica, mientras que THICK representa la media de las medias de los resultados obtenidos por los 4 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Tabla 82. Comparativa de los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable NECK. N representa el número de mandíbulas medidas y SD, la desviación estándar. Los valores se presentan en mm.

Variables	males			females		
	N	mean	SD	N	mean	SD
meanNECK_L	78	8,67	1,44	62	8,29	1,46
NECK	42	6,10	2,02	43	5,79	2,24
NECK1B	12	5,42	1,44	15	4,53	1,06
NECK2B	11	5,27	0,79	15	5,27	0,70
NECK3B	12	4,83	1,75	15	4,47	1,13

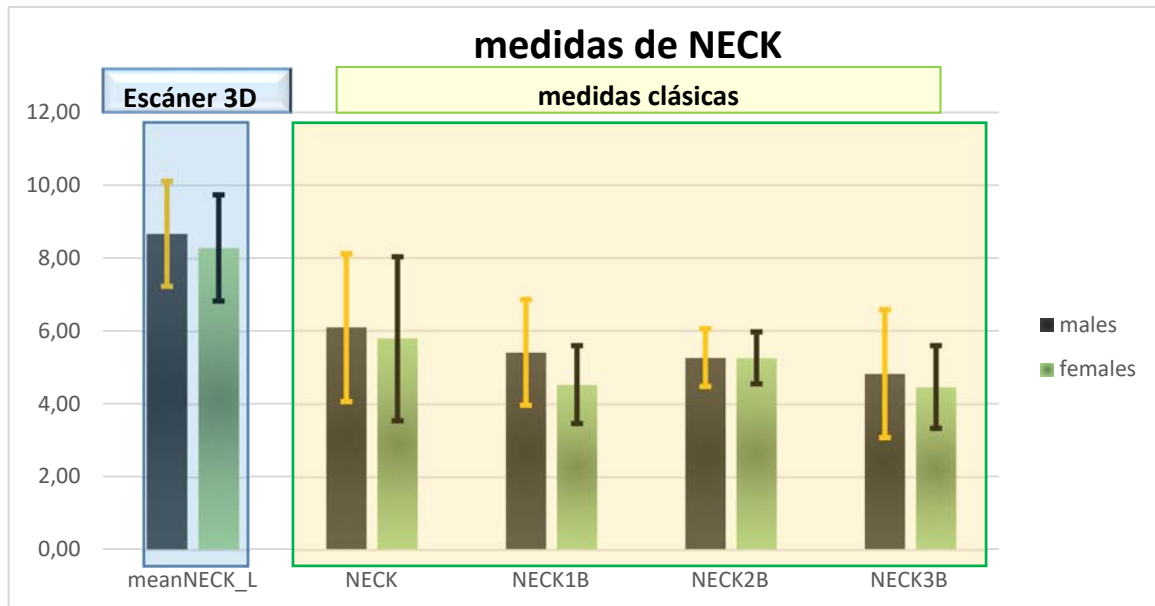


Fig. 69 Gráfica comparativa de los valores extraídos para la variable NECK tanto en metodología 3D con medida clásica. meanNECK_L representa la media de los resultados obtenidos con el escáner 3D. NECK1B, NECK2B y NECK3B representan la media de los valores obtenidos por 3 usuarios independientes utilizando instrumentación clásica. NECK e la media de las medias de los resultados obtenidos por los 3 usuarios que utilizaron la vía clásica. Todas las medidas se tomaron del lado izquierdo.

Como puede apreciarse por las tablas y gráficos anteriores, en todos los casos hay una dispersión de resultados entre los diferentes observadores y entre técnicas. Estas 2 variables, distintos observadores y técnicas contribuirían a la dispersión de las medidas por lo que el estudio meta-analítica es fundamental para extraer conclusiones objetivas.

8.3. COMPARACIÓN DE MEDIDAS VOLUMÉTRICAS

En cuanto a las medidas volumétricas, no se ha encontrado en la bibliografía datos para la comparación con las medidas presentes en esta tesis salvo los datos recogidos en [111] en el que se demuestra que el volumen condilar, la longitud del cóndilo y de la rama mandibular no son variables estadísticamente significativa a la hora de resolver el dimorfismo sexual aunque “parece” que son mayores en hombres que en mujeres.

8.4. COMPARACIÓN META-ANÁLITICA SISTEMÁTICA DE LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE TESIS CON RESPECTO A LOS DATOS OBTENIDOS EN LA BIBLIOGRAFÍA

La búsqueda sistemática de los resultados mediante la metodología PRISMA permite la comparación de los resultados obtenidos en la presente tesis con los resultados obtenidos en la bibliografía existente. Asimismo permite analizar y discutir la posible variación de resultados en función de la técnica de adquisición de datos (métrica clásica, radiografía, tomografía computerizada o escáneres de luz), la ascendencia étnica de la población, la edad de la población del estudio e, incluso, la calidad de los resultados publicados. Todos estos factores influyen significativamente en los resultados obtenidos en cada uno de los estudios por separado. La variabilidad introducida por estos factores, en una población determinada, queda diseminada si es tomada en cuenta dentro del ámbito global de la interpretación de todos los resultados en su conjunto. Los factores principales que van a influir en el resultado de las medidas serán los siguientes:

- Incertidumbre introducida por el propio observador. Distintos observadores adquirirán las medidas de forma diferente puesto que estarán sujetos a condicionantes subjetivos tales como: la propia precisión ocular, lugar y ambiente de trabajo, y más aún, la propia psicología individual (cansancio en la realización del trabajo, evolución en los conocimientos adquiridos con el paso del tiempo...).
- Instrumental utilizado que introducirá su propia incertidumbre. Estará directamente relacionado con la experiencia del propio observador en la interpretación de las medidas y/o imágenes obtenidas.
- Las propias medidas de adquisición. Como podrá apreciarse en las siguientes tablas no siempre la definición de la medida está normalizada para la población científica; una misma medida es interpretada de diferentes formas en los distintos estudios con lo que la comparación entre ellos se complica en demasía. No existe ninguna clase de normalización para alguna de las medidas tomadas o su determinación es bastante complicada.

A continuación se exponen las tablas y gráficas de comparación de los resultados obtenidos para las medidas lineales en las distintas investigaciones científicas. No han sido encontrados estudios volumétricos parecidos relacionados con la mandíbula por lo que la metodología PRISMA para las medidas volumétricas y bidimensionales no ha podido ser aplicada.

Tabla 83. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ALTURA DE BARBILLA (GNI). Los valores se presentan en mm.

ALTURA DE BARBILLA (GNI)	Cáceres-Monllor (2018)	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Tunis et al. (2017) [81]	Muñoz (2017) [7]	Hwang et al. (2015) [85]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]
hombres	31,78	27,39	21,6	31,6	33,17	37,2	32,2
mujeres	27,52	25,36	21	29	30,72	32,5	29,1

Tabla 83 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ALTURA DE LA BARBILLA (GNI). Los valores se presentan en mm.

GNI	Franklin et al. (2008) [114]	Franklin (2006) [115]	Rosique et al. (2004) [67]	Hu et al. (2000) [116]	Del Río (2000) [99]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	32,91	32,63	31,6	32,6	32,4	32,39	35,54
mujeres	30,61	30,24	23,9	33	29,1	28,47	32,48

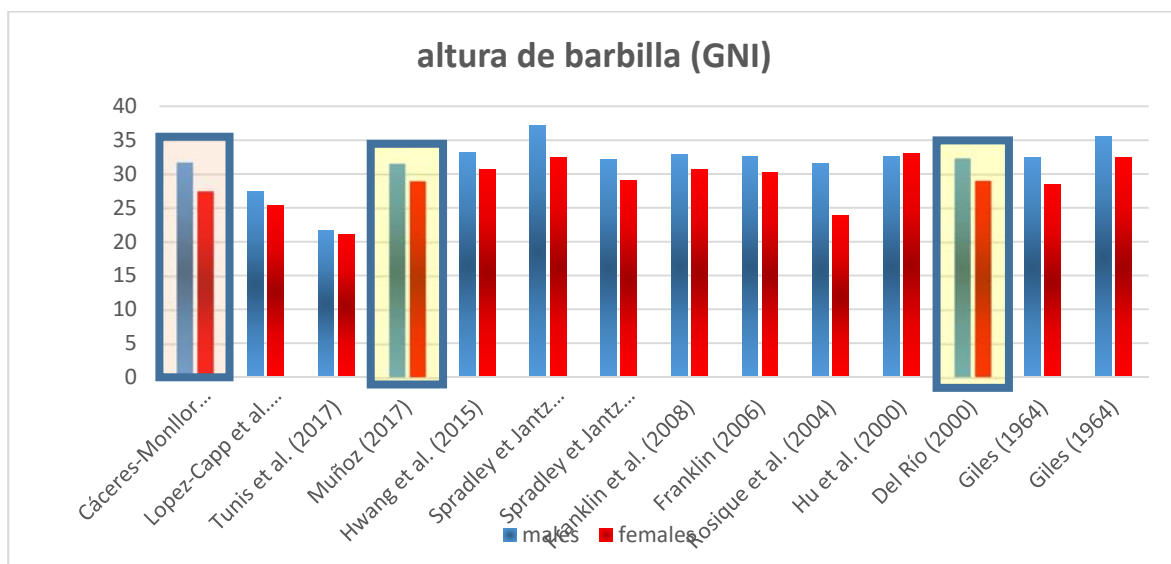


Fig. 70 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable GNI. Resaltados se encuentran las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Se puede observar un valor anormalmente bajo para Tunis et al. (2017) [81]. En su caso fue utilizado para la medición, la tomografía computerizada y define la altura de barbilla (GNI) como, en el plano medio sagital, la distancia entre el mentón y el

supramental. La siguiente figura, muestra la diferencia de método entre la medición de Tunis et al. (2017) [81], y del Río (2000) [99] para GNI (Chin height).

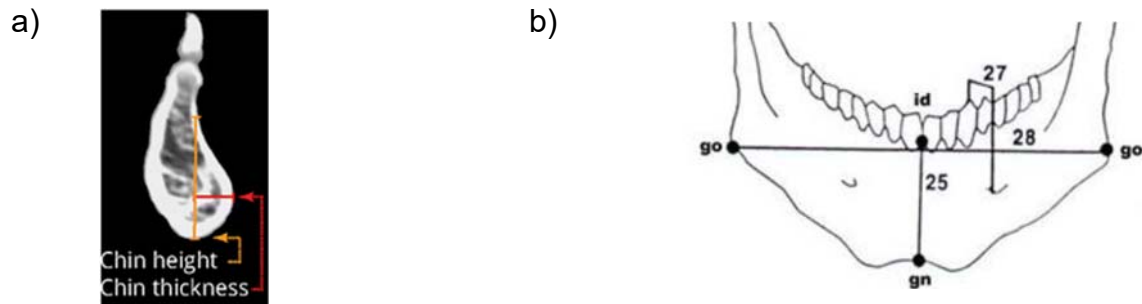


Fig. 71 Diferencia de medición de GNI según Tunis et al (2017), a); y del Río (2000), medición 25, b).

Muñoz (2017) [7], en cambio, define esta medida como “la distancia que existe entre el punto gnation y el infradental”. Esta autora afirma en su tesis que: “en los casos en los cuáles el arco alveolar está dañado, se puede proyectar el punto a partir de los alveolos de los incisivos laterales, siempre y cuando estos se encuentren intacto. No obstante en el presente estudio se ha decidido establecer en esos casos, que la medida no es valorable para evitar errores. Cuando existe reabsorción alveolar la medida no es valorable”. La autora utiliza la medición clásica lineal por medio de pie de rey para la obtención de las medidas e introduce un sesgo metodológico en la obtención de los resultados. Pablo del Río (2000) [99] también efectúa la medida por medio de calibre definiéndola de la misma forma que Muñoz pero puntualizando “cuando el arco alveolar o el tabique interalveolar entre los dos incisivos centrales está dañado, la medida puede estimarse considerando los bordes alveolares intactos de los incisivos laterales. Si el arco alveolar presenta erosión significativa o reabsorción, la medida no deberá realizarse”. Existen ligeras diferencias entre las definiciones aportadas por Muñoz y del Río que podría contribuir a las ligeras variaciones observadas en las medidas ya que ambas tesis están basadas en colecciones españolas de la Escuela de Medicina Legal. Ambos métodos se basan en las obtenidas por Martin et Saller (1957) [117].

Hay que señalar además que la posible dispersión de las medidas pudiera ser debido a los distintas formas de determinación, por ejemplo: clásica lineal; del Río (2000) [99] y Muñoz (2017) [7], tomografía computerizada; Tunis et al. (2017) [81] o volumetría; Cáceres-Monllor (2018).

Tabla 84. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable HML. Los valores se presentan en mm.

HML	Cáceres-Monllor (2018)	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Muñoz (2017) [7]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Del Río (2000) [99]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	28,09	26,57	25,73	25,73	29	32,3	29,9	28,4	27,3	29
mujeres	24,54	22,62	21,36	21,36	27,2	29,5	27,4	23,4	24,7	26,5

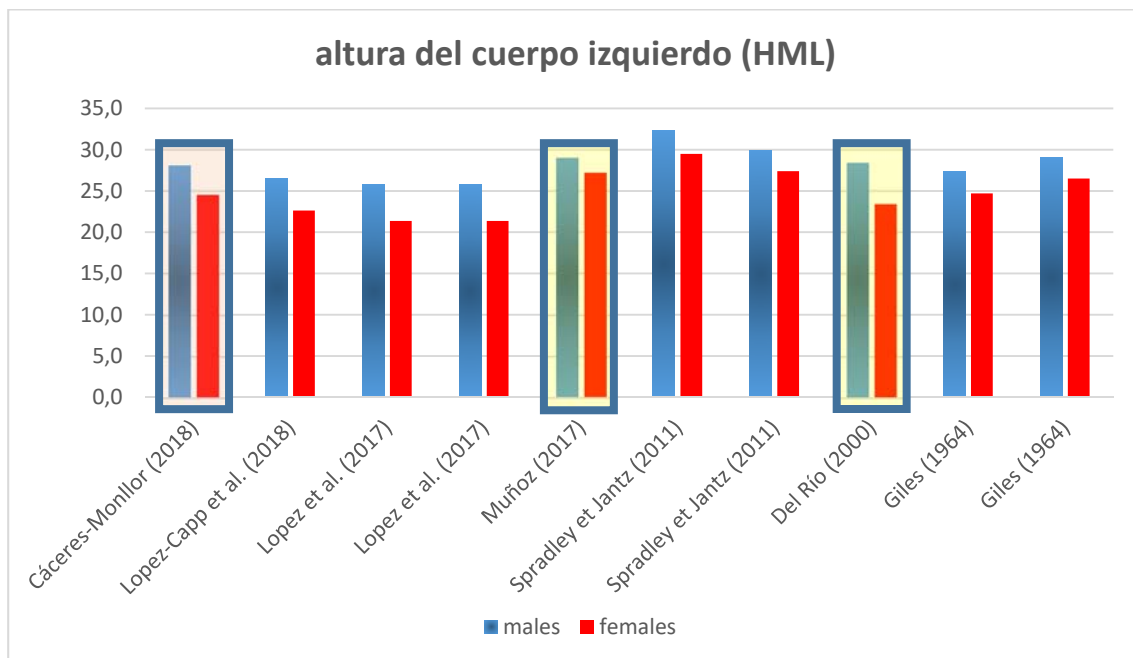


Fig. 72 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable HML. Resaltados se encuentran las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Como puede apreciarse en los valores obtenidos para la variable existe una cierta dispersión en la medida, incluso dentro de la misma población de estudio como demuestran los resultados obtenidos por Cáceres-Monllor (2018), Muñoz (2017) [7] y del Río (2000) [99] de las colecciones de la Escuela de Medicina Legal.

Tabla 85. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos para la variable LONGITUD BIMENTAL. Los valores se presentan en mm.

LONGITUD BIMENTAL	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Deng et al. (2017) [79]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Dong et al. (2015) [84]
hombres	44,8	49,45	45,34	46,47	49,734
mujeres	43,5	47,32	43,63	44,58	47,228

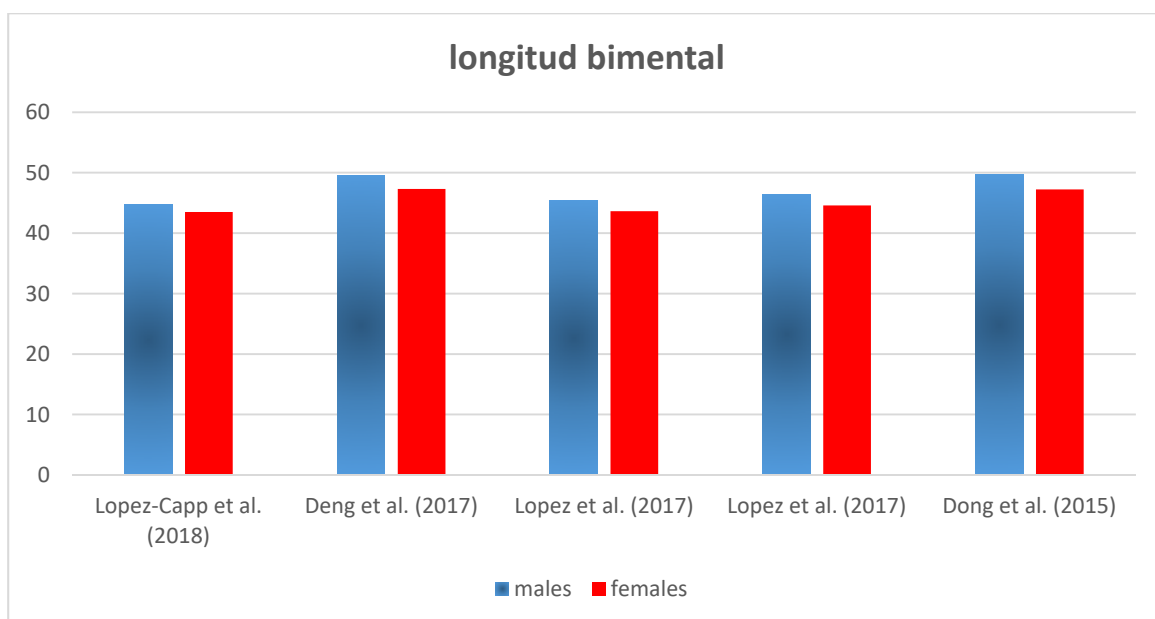


Fig. 73 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD BIMENTAL.

Todos los datos recogidos pertenecen a poblaciones brasileñas (Lopez-Capp et al (2018) [113] y Lopez et al (2017) [88]) y chinas (Deng et al. (2017) [79] y Dong et al. (2015) [84]). Puede observarse una variación de resultados en esta variable en función del origen geográfico. Así, el perfil chino podría sugerir unos valores de BIMENTAL LENGHT mayores tanto para hombres como para mujeres que el perfil brasileño. Sin embargo, es mera suposición que requiere de investigaciones posteriores, puesto que se recogen pocos datos como para asegurar que haya una diferencia significativa estadísticamente entre ambas poblaciones. Queda claro en la tabla y gráfica que la medida de BIMENTAL LENGHT no difiere dimórficamente al tener valores muy aproximados tanto para hombres

como mujeres, por lo que la desviación estándar de las medidas impediría obtener ecuaciones con alto poder de discriminación.

Tabla 86. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ANCHURA BICORONOIDE. Los valores se presentan en mm.

ANCHURA BICORONOIDE	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Gamba et al. (2016) [82]	Franklin (2006) [115]
hombres	95,63	95,63	95,94	118,48	94,05
mujeres	91,96	91,34	90,79	110,03	88,25

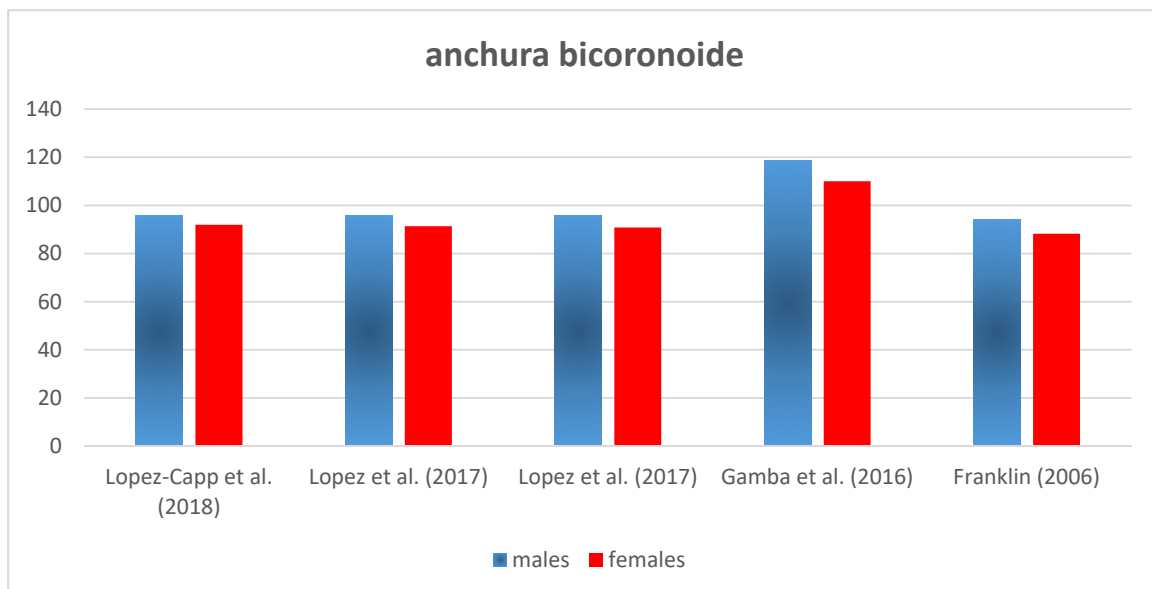


Fig. 74 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ANCHURA BICORONOIDE.

Como puede verse, existen valores anormalmente altos en la población brasileña de Gamba et al. (2016) [82], en comparación con Lopez-Capp et al. (2018) [113] y Lopez et al. (2017) [88] que obtuvieron datos también en población brasileñas. Franklin (2006) [115] investigó los zulúes de la colección Dart con la técnica tridimensional. Se observa que no se aseguran diferencias con respecto a la población brasileña. Sin embargo son pocos los estudios que hayan medido esta variable por lo que no se puede asegurar significativamente cualquier variación en la comparación.

Tabla 87. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BICONDILAR (CDL). Los valores se presentan en mm.

(CDL)	Cáceres-Monllor (2018)	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Tunis et al. (2017) [81]	Deng et al. (2017) [79]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Muñoz (2017) [7]
hombres	113,02	117,08	122,4	129,7	116,73	116,42	113,9
mujeres	109,18	112,07	115,7	121,8	111,13	110,49	108,2

Tabla 87 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BICONDILAR (CDL). Los valores se presentan en mm.

CDL	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Gamba et al. (2016) [82]	Dong et al. (2015) [84]
hombres	167,66	184,64	193,85	195,03	195,1	188,7	94,96	130
mujeres	170,85	185,06	184,48	182,45	184,17	183,6	87,47	121,44

Tabla 87 (continuación). Gráfica de comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BICONDILAR (CDL). Los valores se presentan en mm.

CDL	Hwang et al. (2015) [85]	Kano (2015) [83]	Ilgüy et al. (2014) [118]	Vinay et al. (2013) [119]	Ogawa et al. (2013) [65]	Spradley et Janz (2011) [72]	Spradley et Janz (2011) [72]
hombres	129,55	128,4	120,79	113,4	125	117,2	117,2
mujeres	123,2	121,7	116,23	108,2	121,2	110	110

Tabla 87 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BICONDILAR (CDL). Los valores se presentan en mm.

CDL	Kharoshah et al. (2010) [80]	Robinson et al. (2009) [69]	Robinson et al. (2009) [69]	Robinson et al. (2009) [69]	Dayal et al. (2008) [71]	Franklin et al. (2008) [114]	Franklin (2006) [115]
hombres	108,9	116,6	117,5	121,6	114,54	113,67	112,98
mujeres	99,6	114,4	112,3	113,7	110,2	108,66	107,45

Tabla 87 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BICONDILAR (CDL). Los valores se presentan en mm.

CDL	Rosique et al. (2004) [67]	Del Río (2000) [99]	Hu et al. (2000) [116]	Steyn et Işcan (1998) [70]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	115,5	116	126,1	117	116	116,9
mujeres	109,1	111,3	122,6	111,2	112,2	112,1

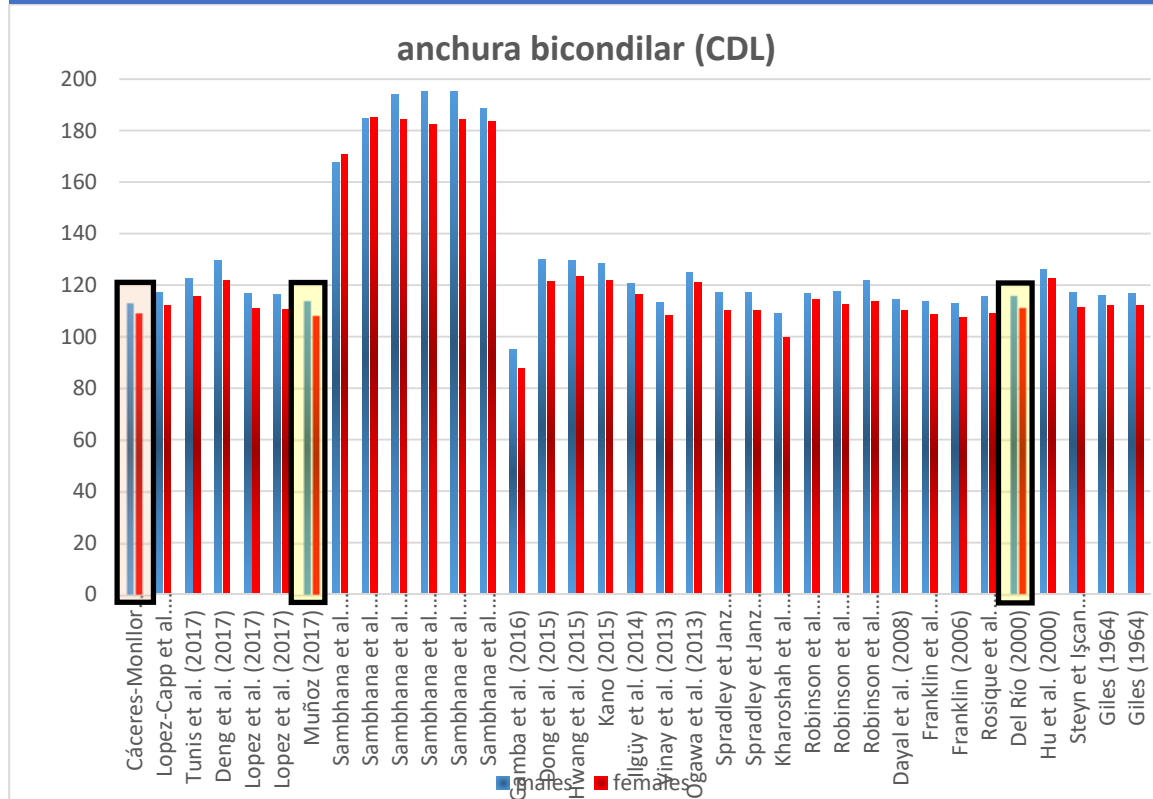


Fig. 75 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable CDL. Resaltados se encuentran las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Tabla 88. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en las tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal para la variable ANCHURA MÍNIMA DE RAMA. Los valores se presentan en mm.

ANCHURA MÍNIMA DE RAMA	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Kartheeki et al. (2017) [74]	More et al. (2017) [78]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Muñoz (2017) [7]	Sharma et al. (2016) [63]
hombres	30,46	32,5	33,29	29,97	30,85	30,3	30,9289
mujeres	28,94	31,8	31,25	28,35	29,23	28	29,567

Tabla 88 (continuación). Comparativa de la variable ANCHURA MÍNIMA DE RAMA.

ANCHURA MÍNIMA DE RAMA	Sairam et al. (2016) [75]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]
hombres	24,69	23,8	27,11	27,75	26,88	28,29	27,17
mujeres	23,25	23,85	25,38	25,46	23,78	25,23	25,09

Tabla 88 (continuación). Comparativa de la variable ANCHURA MÍNIMA DE RAMA.

ANCHURA MÍNIMA DE RAMA	Gamba et al. (2016) [82]	Ishwarkumar et al. (2015) [77]	Ilgüy et al. (2014) [118]	Lin (2014) [120]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Kharoshah et al. (2010) [80]
hombres	28,7	35,1	29,89	36,46	34,1	30,9	28,7
mujeres	28,91	34,2	28,09	34,24	32,4	28,6	27,96

Tabla 88 (continuación). Comparativa de la variable ANCHURA MÍNIMA DE RAMA.

ANCHURA MÍNIMA DE RAMA	Robinson et al. (2009) [69]	Robinson et al. (2009) [69]	Robinson et al. (2009) [69]	Del Río (2000) [99]	Rosique et al. (2004) [67]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	29,5	29,8	28	30,5	29,9	29,9	34
mujeres	27	27,2	28	27,5	26,8	28,5	31,9

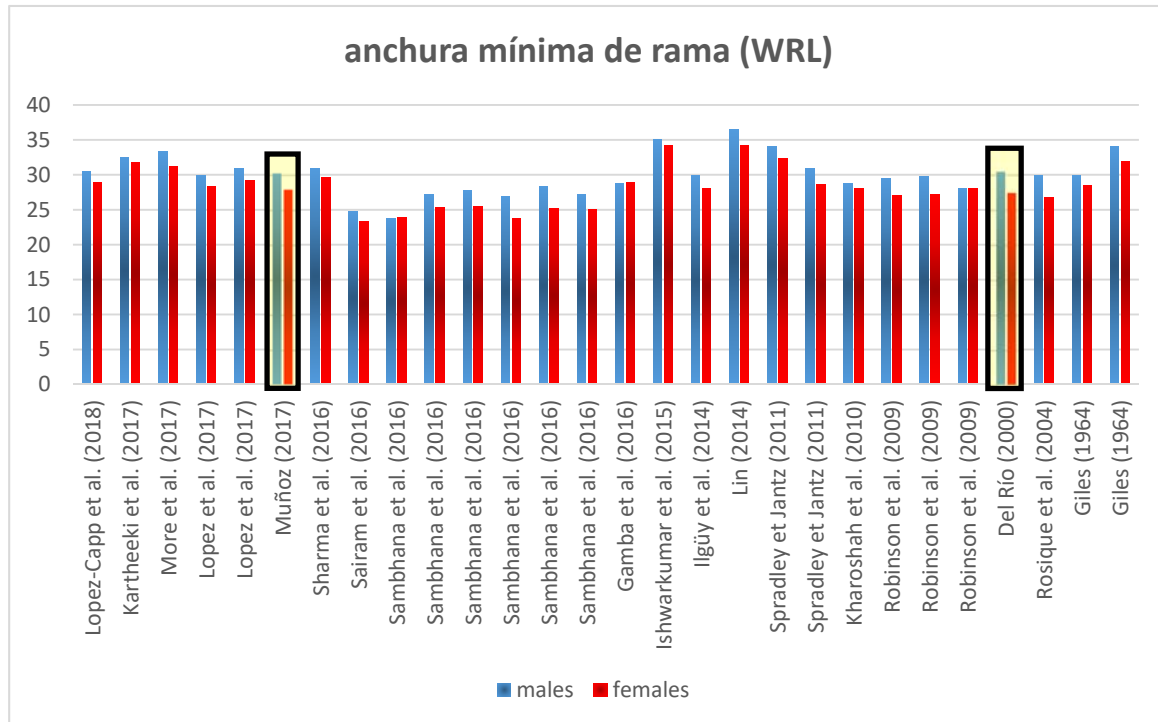


Fig. 76 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados para la variable ANCHURA MÍNIMA DE RAMA. Resaltados se encuentran las 2 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Se ha detectado también variaciones en esta medida y también en la definición de la misma. Tunis et al. (2017) [81] define la anchura de rama como la distancia entre las identaciones anterior y posterior de la rama de la mandíbula pudiéndose considerar, como la ANCHURA MÍNIMA DE RAMA pero no se ha incluido sus resultados debido a la confusión de la medida y, por tanto, introduciendo un sesgo. Por el contrario, del Río (2000) [81] define la anchura mínima de la rama como la “anchura mínima que presenta la rama entre los bordes anterior y posterior y medida perpendicularmente al eje de la altura de la rama”. En el trabajo de Ishwarkumar et al. (2015) [77] no se menciona la desviación estándar asociada a la medida por lo que se plantea dudas en la veracidad de la mismas. Así, sus altos valores observados podrían ser debidos a errores del método. Lin (2014) [120] define la medida como la distancia mínima entre el punto cóncavo del puente anterior de la rama de la mandíbula y el punto cóncavo de la flexión de la rama mandibular (parte posterior). Lin et al. (2014) utilizan técnicas volumétricas para el cálculo y puede observarse un valor anormalmente alto en comparación con las medidas clásicas. Así la técnica de determinación podría tener una influencia más o menos significativa contribuyendo a la dispersión media del resultado global.

Tabla 89. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA MÁXIMA DE RAMA (MRL). Los valores se presentan en mm.

ANCHURA MÁXIMA DE RAMA (MRL)	Cáceres-Monllor (2018)	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Muñoz (2017) [7]	Tunis et al. (2017) [7]	More et al. (2017) [78]	Sairam et al. (2016) [75]
hombres	40,99	32,46	41	31,8	28,35	37,49
mujeres	38,5	31,02	38,2	30,2	26,51	35

Tabla 89 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA MÁXIMA DE RAMA (MRL). Los valores se presentan en mm.

MRL	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]
hombres	28,58	31,94	33,14	32,24	33,59	32,27
mujeres	27,22	31	30,75	29,03	33,83	30,5

Tabla 89 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA MÁXIMA DE RAMA (MRL). Los valores se presentan en mm.

MRL	Dong et al. (2015) [84]	Lin (2014) [120]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Del Río (2000) [99]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	45,413	46,71	42,6	43,5	43,9	39,8	41,6
mujeres	41,996	44,08	42,1	38,7	40,7	37,8	39,2

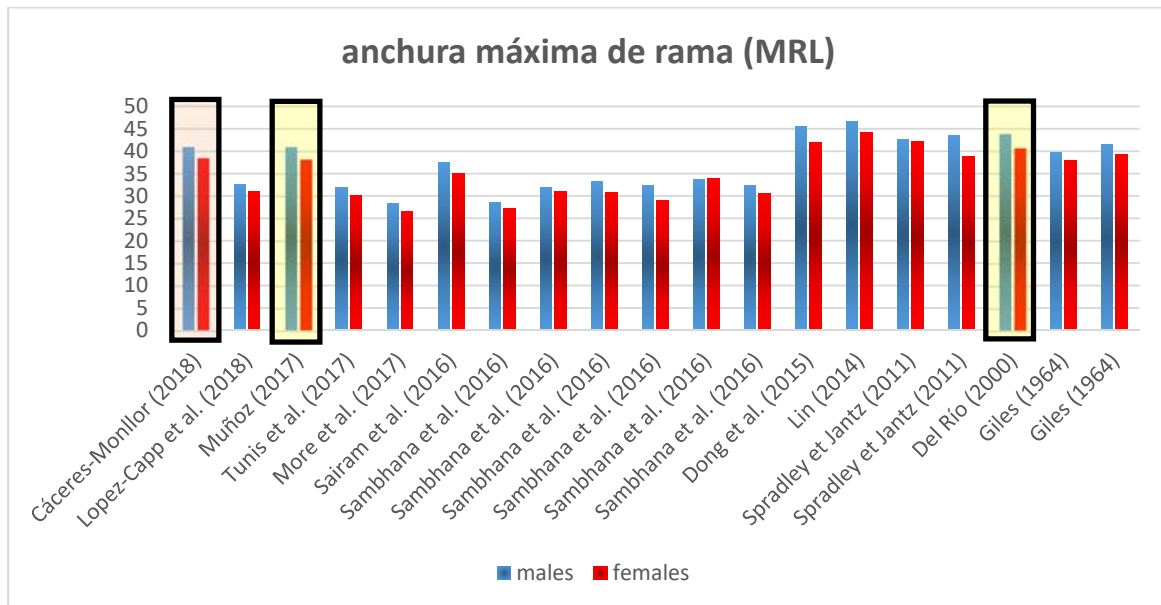


Fig. 77 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA MÁXIMA DE RAMA (MRL). Resaltados se encuentran las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Tabla 90. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ALTURA MÁXIMA DE RAMA DERECHA. Los valores se presentan en mm.

ALTURA MÁXIMA DE RAMA DERECHA	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Sairam et al. (2016) [75]	Ishwarkumar et al. (2015) [77]
hombres	60,57	59,19	59,28	63,69	59,6
mujeres	54,73	52,71	53,73	57,91	53,9

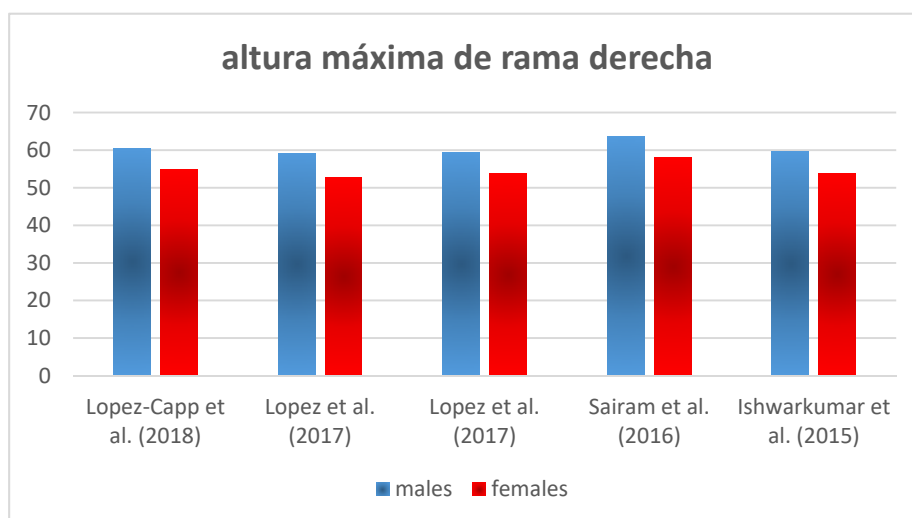


Fig. 78 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ALTURA MÁXIMA DE RAMA DERECHA.

Tabla 91. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ALTURA MÁXIMA DE RAMA IZQUIERDA (XRL). Los valores se presentan en mm.

ALTURA MÁXIMA RAMA IZQUIERDA (XRL)	Cáceres-Monllor (2018)	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Tunis et al. (2017) [81]	Kartheeki et al. (2017) [74]	More et al. (2017) [78]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Muñoz (2017) [7]
hombres	65,33	59,26	66,9	75,1	61,38	58,39	59,64	62,6
mujeres	59,29	54,09	58,9	68,2	63,09	51,59	52,61	56,1

Tabla 91 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos para la variable XRL.

XRL	Sairam et al. (2016) [75]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]
hombres	64,37	53,04	67,89	69,3	69,25	66,86	67,62
mujeres	58,09	57,3	62,3	62,31	61,27	63,67	61,9

Tabla 91 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos para la variable XRL.

XRL	Gamba et al. (2016) [82]	Dong et al. (2015) [84]	Ishwarkumar et al. (2015) [77]	Hwang et al. (2015) [85]	Ilgüy et al. (2014) [118]	Lin (2014) [120]
hombres	54,36	65,962	60,1	63,81	61,67	57,62
mujeres	49,41	58,243	54,3	57,92	54,72	51,52

Tabla 91 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable (XRL). Los valores se presentan en mm.

XRL	Ogawa et al. (2013) [65]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Kharoshah et al. (2010) [80]	Dayal et al. (2008) [71]	Franklin et al. (2008) [114]
hombres	64,3	61,4	63,2	65,1	54,89	56,66
mujeres	58,3	55,8	57,4	64,7	48,81	50,96

Tabla 91 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable (XRL). Los valores se presentan en mm.

XRL	Franklin (2006) [115]	Rosique et al. (2004) [67]	Hu et al. (2000) [116]	Del Río (2000) [99]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	60,72	48,4	63,4	63,2	68,48	68,04
mujeres	51,72	40,3	58,6	55,8	60,73	60,97

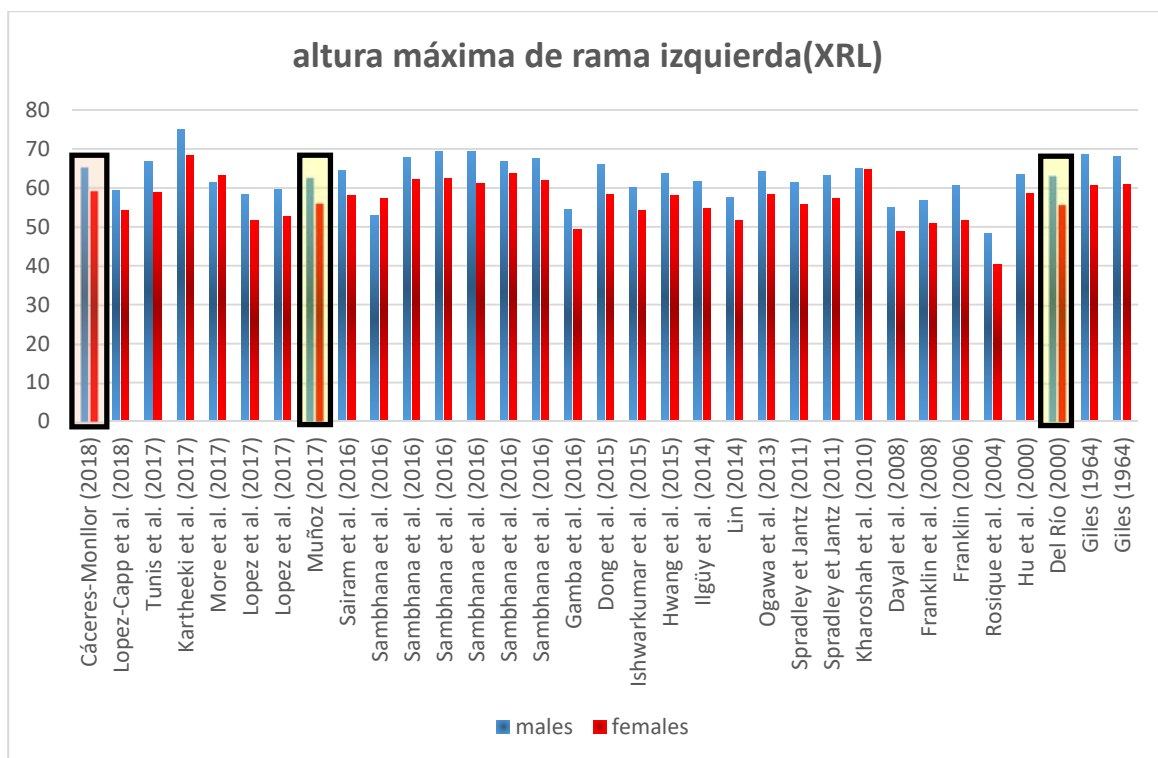


Fig. 79 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ALTURA MÁXIMA DE RAMA IZQUIERDA (XRL). Resaltados se encuentran las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Tabla 92. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MÁXIMA MANDIBULAR (LMM). Los valores se presentan en mm.

LMM	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Dong et al. (2015) [84]	Kano (2015) [83]	Vinay et al. (2013) [119]	Franklin (2006) [115]
hombres	69,81	104,06	107,86	126,198	125,2	75,4	123,06
mujeres	67,02	97,96	103,4	117,398	117,4	72,5	115,94

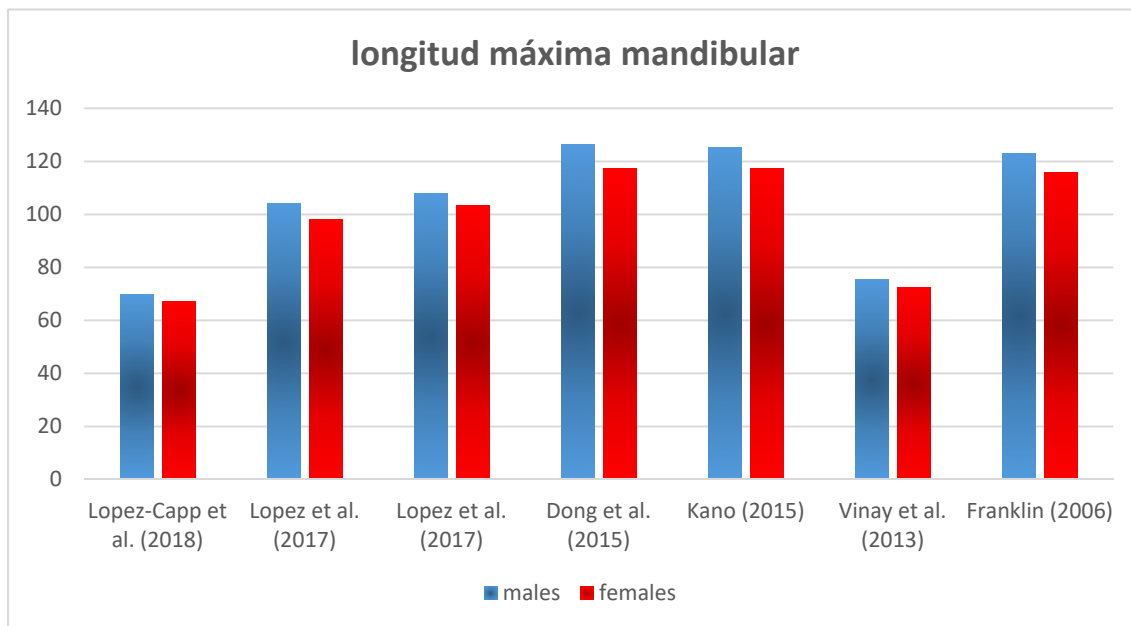


Fig. 80 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MÁXIMA MANDIBULAR.

Tabla 93. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). Los valores se presentan en mm.

GOG	Cáceres-Monllor (2018)	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Tunis et al. (2017) [81]	Deng et al. (2017) [79]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Muñoz (2017) [7]
hombres	95,65	92,63	94	100,19	92,76	91,81	97,9
mujeres	89,40	87,02	87,1	93,55	86,2	84,51	90

Tabla 93 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). Los valores se presentan en mm.

GOG	Sharma et al. (2016) [63]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]
hombres	71,9914	152,64	173,77	177,08	175,65	176,3	174,06
mujeres	72,698	152,23	166,9	168,95	164,85	158,67	166,17

Tabla 93 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). Los valores se presentan en mm.

GOG	Dong et al. (2015) [84]	Hwang et al. (2015) [85]	Kano (2015) [83]	Ilgüy et al. (2014) [118]	Vinay et al. (2013) [119]	Ogawa et al. (2013) [65]
hombres	100,281	104,51	102,9	100,33	94,2	102,6
mujeres	93,594	96,33	95,8	94,77	87,4	95,5

Tabla 93 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). Los valores se presentan en mm.

GOG	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Kharoshah et al. (2010) [80]	Robinson et Bidmos (2009) [69]	Robinson et Bidmos (2009) [69]	Robinson et Bidmos (2009) [69]	Dayal et al. (2008) [71]
hombres	95,7	98,2	104,8	96,5	99,8	102,5	90,67
mujeres	88,1	89,7	100,8	90,7	92,2	92,5	89,75

Tabla 93 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). Los valores se presentan en mm.

GOG	Franklin et al. (2008) [114]	Franklin (2006) [115]	Rosique et al. (2004) [67]	Hu et al. (2000) [116]	Del Río (2000) [99]	Gilles (1964) [73]	Gilles (1964) [73]
hombres	93,54	93,08	95	100,8	99,6	99,3	97,4
mujeres	87,06	89,97	89,9	94	90,9	93	90,3

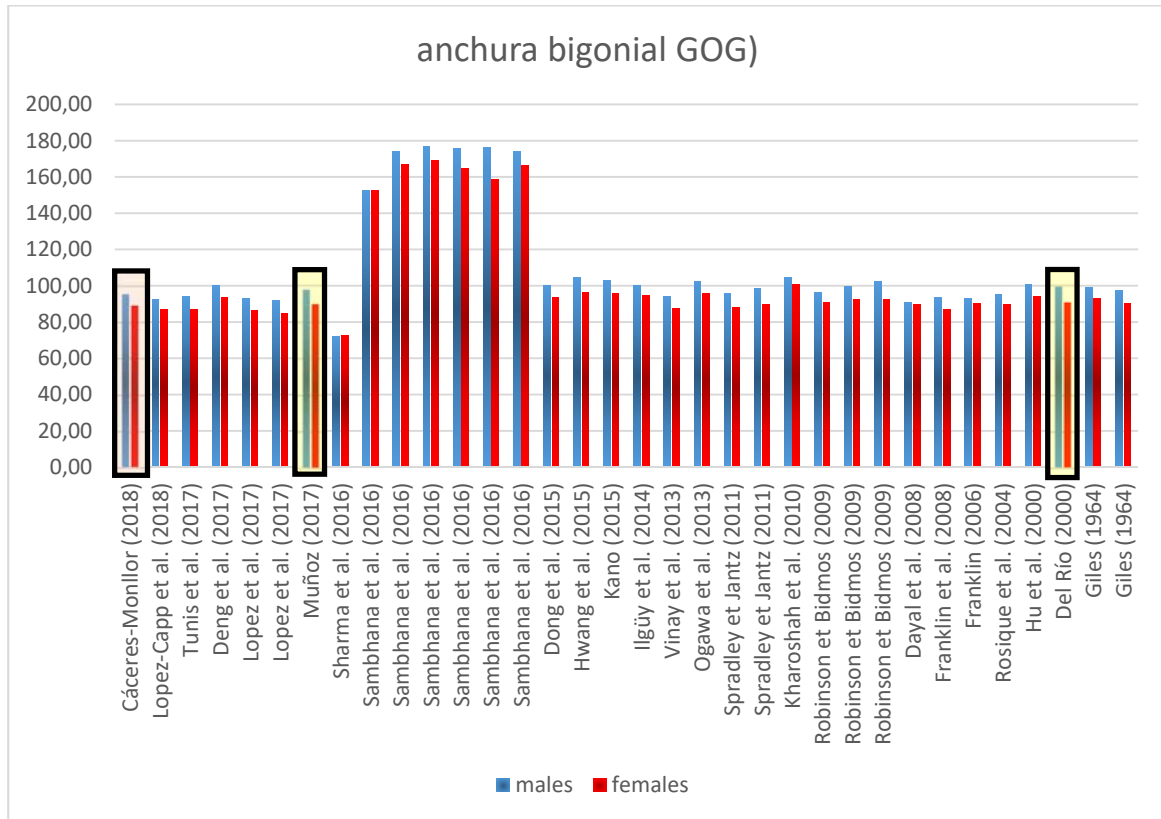


Fig. 81 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ANCHURA BIGONIAL (GOG). Resaltados se encuentran las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Tabla 94. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MANDIBULAR. Los valores se presentan en mm.

LONGITUD MANDIBULAR	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Tunis et al. (2017) [81]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Muñoz (2017) [7]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]
hombres	104,02	79,9	71,09	73,07	74,9	78,24	88,17	89,32	89,27	90,23	88,3
mujeres	98,05	75	69,18	70,6	70,1	77,95	84,9	82,72	85,25	81,3	83,68

Tabla 94 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MANDIBULAR. Los valores se presentan en mm.

LONGITUD MANDIBULAR	Hwang et al. (2015) [85]	Ilgüy et al. (2014) [118]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Spradley et Jantz (2011) [72]	Robinson et Bidmos (2009) [69]	Robinson et Bidmos (2009) [69]	Robinson et Bidmos (2009) [69]
hombres	77,46	71,86	82,7	77,2	109,3	111,4	112,5
mujeres	73,67	67,73	78,4	73,4	104,1	105,1	104

Tabla 94 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MANDIBULAR. Los valores se presentan en mm.

LONGITUD MANDIBULAR	Dayal et al. (2008) [71]	Franklin et al. (2008) [114]	Hu et al. (2000) [116]	Del Río (2000) [99]	Steyn et İşcan (1998) [70]	Giles (1964) [73]	Giles (1964) [73]
hombres	85,53	91,63	75,8	73,5	111,2	94,4	99,8
mujeres	81,42	87,16	74,5	68,4	107,8	90,1	93,5

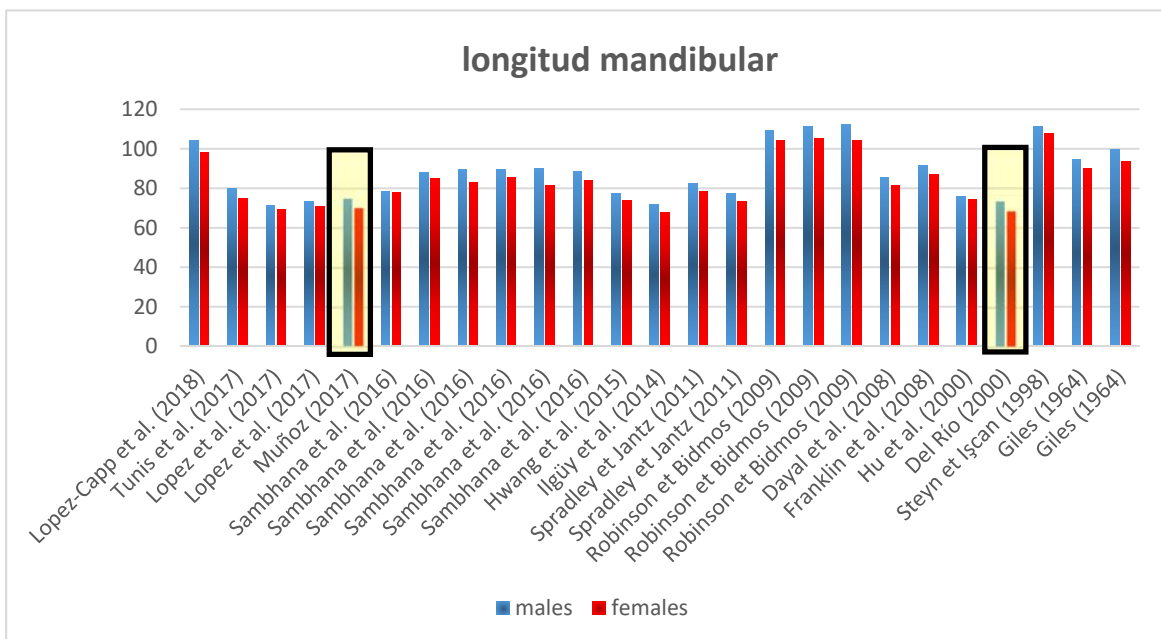


Fig. 82 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable LONGITUD MANDIBULAR. Resaltados se encuentran las 2 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal.

Tabla 95. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable **ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO**. Los valores se presentan en °.

ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO	Lopez-Capp et al. (2018) [113]	Tunis et al. (2017) [81]	Lopez et al. (2017) [88]	Lopez et al. (2017) [88]	Sharma et al. (2016) [63]	
	hombres	122,09	123,5	122,22	128,54	124
	mujeres	122,22	125,6	124,27	131,12	124,03

Tabla 95 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable **ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO**. Los valores se presentan en °.

ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	
	hombres	120,26	124,96	120,99	119,05	122,31	122,52
	mujeres	124,1	124,37	122,93	125,47	122,26	123,96

Tabla 95 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable **ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO**. Los valores se presentan en °.

ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO	Gamba et al. (2016) [82]	Dong et al. (2015) [84]	Igüy et al. (2014) [118]	Kharoshah et al. (2010) [80]	
	hombres	121,28	123,44	121,14	122,8
	mujeres	119,83	126,648	122,31	121,1

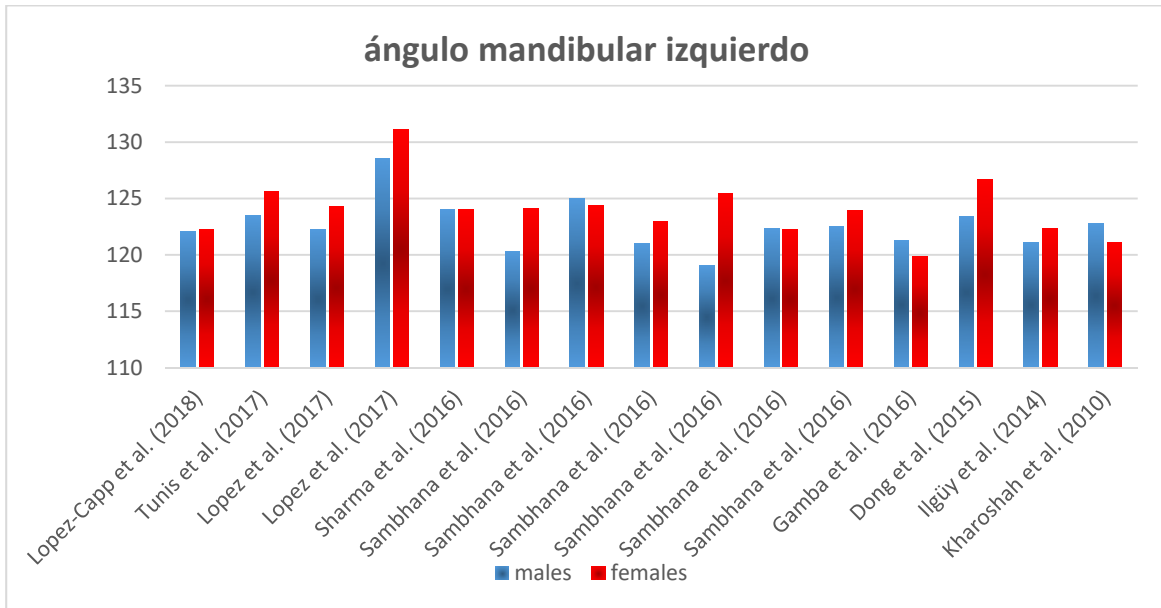


Fig. 83 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos para la variable **ÁNGULO MANDIBULAR IZQUIERDO**.

Tabla 96. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable **LONGITUD MÁXIMA DEL CUERPO MANDIBULAR**. Los valores se presentan en mm.

LONGITUD MÁXIMA DEL CUERPO MANDIBULAR	Sharma et al. (2016) [63]		Gamba et al. (2016) [82]		Dong et al. (2015) [84]		Kharoshah et al. (2010) [80]		Franklin (2006) [115]	
	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres
	79,767	73,832	70,37	67,14	86,458	81,462	76,2	83,1	89,65	87,05

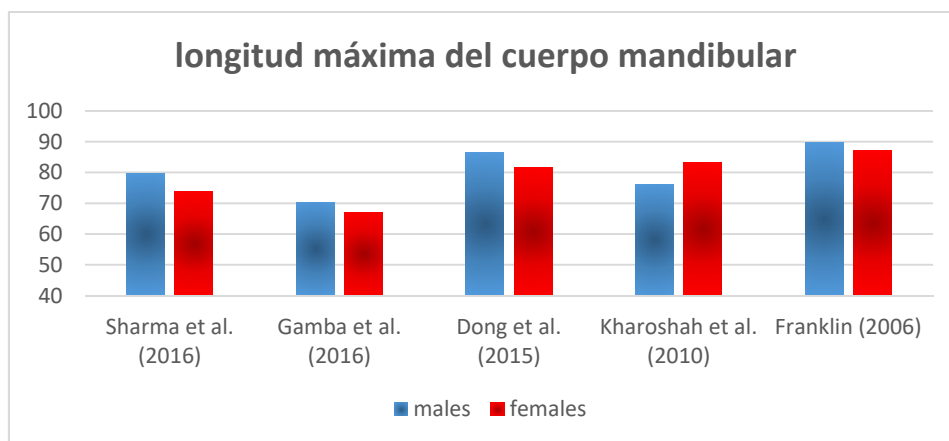


Fig. 84 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos para la variable **LONGITUD MÁXIMA DEL CUERPO MANDIBULAR**.

Tabla 97. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable ALTURA CORONOIDE (AP). Los valores se presentan en mm.

ALTURA CORONOIDE (AP)	Cáceres-Monllor (2018)	Tunis et al. (2017) [81]	Kartheeki et al. (2017) [74]	More et al. (2017) [78]	Sairam et al. (2016) [75]	Sambhana et al. (2016) [76]
hombres	18,25	19,4	70,1	74,13	58,52	44,4
mujeres	15,41	17,5	62,9	69,42	53,4	47,95

Tabla 97 (continuación). Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a los resultados obtenidos en la presente tesis para la variable CORONOID HEIGHT (AP). Los valores se presentan en mm.

AP	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Franklin (2006) [115]
hombres	55,22	57,19	57,01	55,5	55,48	61,81
mujeres	49,9	51,12	49,98	53,7	50,1	53,18

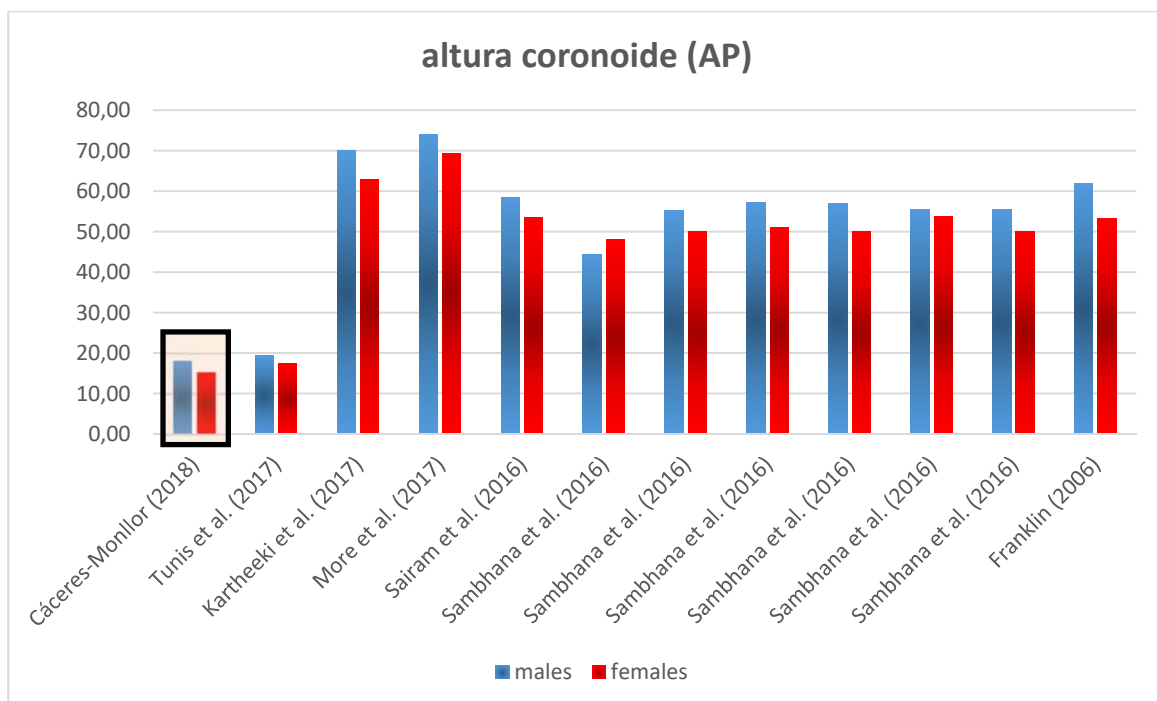


Fig. 85 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ALTURA CORONOIDE (AP). Resaltado se encuentra los resultado de la presente tesis.

Tabla 98. Comparativa de los resultados extraídos en los diferentes trabajos con respecto a la variable ÍNDICE MANDIBULAR.

ÍNDICE MANDIBULAR	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Sambhana et al. (2016) [76]	Vinay et al. (2013) [119]
hombres	46,48	46,55	46,05	45,77	46,27	46,28	66,52
mujeres	45,72	45,9	46,37	46,82	44,07	46,11	66,41

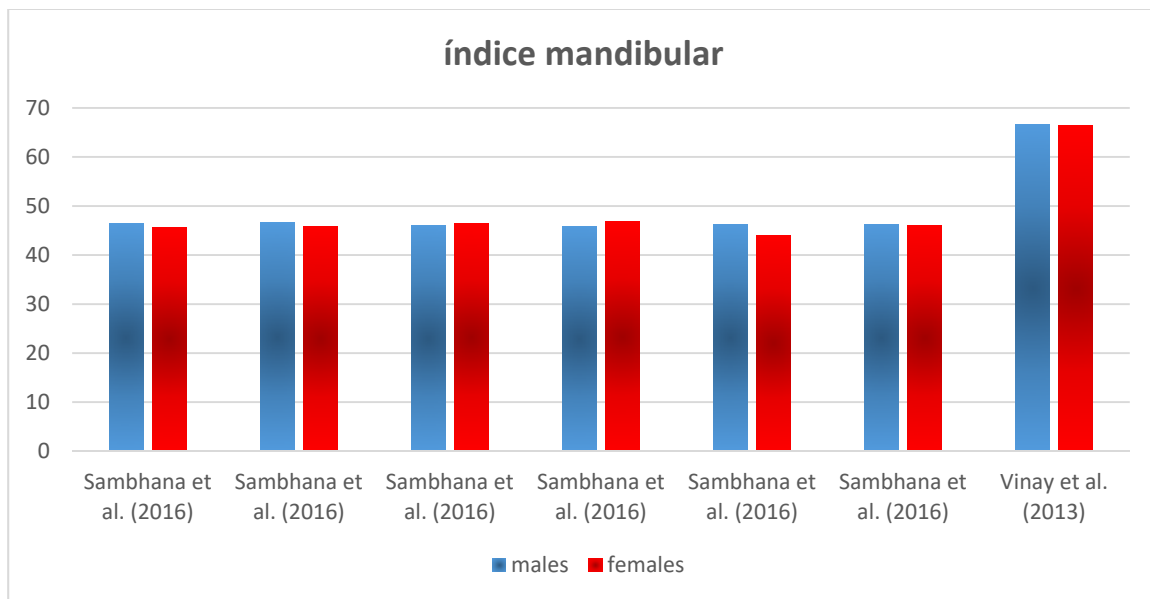


Fig. 86 Gráfica comparativa de los valores extraídos en los diferentes trabajos para la variable ÍNDICE MANDIBULAR.

Tal y como puede apreciarse en los casos anteriores, se evidencia una falta de normalización de los resultados que pudieran ser debidos a varias causas: diferente definición de las variables a medir, falta de entrenamiento por parte de los investigadores a la hora de recoger la medida así como diferentes técnicas de medición. Como ejemplo, se puede observar valores anormalmente diferentes entre estudios en la **Fig. 75** para la variable CDL o en la **Fig. 81** que refleja las comparaciones para GOG.

8.5. COMPARACIÓN EN META-ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se expone una tabla inicial resumen (**Tabla 99**) de los datos globales obtenidos para las 11 comparaciones objeto del meta-análisis según se especifica en el apartado de MATERIALES Y MÉTODOS.

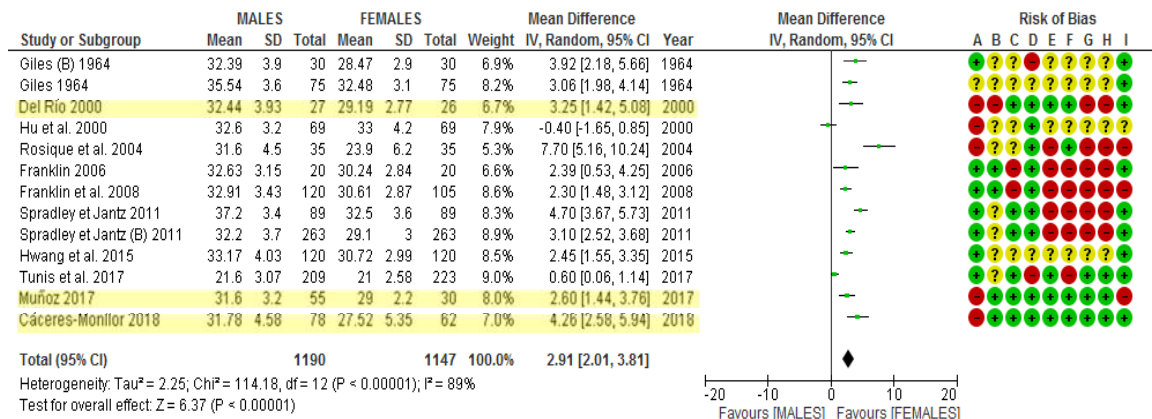
Tabla 99. Tabla resumen del meta-análisis global para las 11 comparaciones lineales en mandíbula.

Variable	N hombres	N mujeres	Diferencia de medias	Tau ²	Chi ²	I ² %	df; (p)	Z; (p)
GNI	1190	1147	2.91 [2.01 ; 3.81]	2.25	114.18	89	12; <0.00001	6.37; <0.00001
HML	726	690	2.82 [1.74 ; 3.90]	2.15	56.44	86	8; <0.00001	5.12; <0.00001
CDL	2714	2604	5.82 [5.14 ; 6.49]	2.39	113.64	71	33; <0.00001	17.08; <0.00001
WRL	2585	2608	1.75 [1.42 ; 2.08]	0.47	90.89	71	26; <0.00001	10.42; <0.00001
MRL	2121	2110	2.27 [1.79 ; 2.74]	0.75	79.08	77	18; <0.00001	9.38; <0.00001
XRL	3285	3323	5.82 [4.79 ; 6.85]	8.10	542.86	94	32; <0.00001	11.12; <0.00001
GOG	2759	2611	6.58 [5.89 ; 7.27]	2.72	125.68	73	34; <0.00001	18.77; <0.00001
MLT	1912	1908	4.33 [3.79 ; 4.86]	0.88	53.86	55	24; 0.00004	15.86; <0.00001
MAN	1173	1200	-1.14 [-2.36 ; 0.09]	3.65	54.45	75	14; <0.00001	1.82; 0.07
MMBL	253	243	4.21 [2.80 ; 5.62]	1.21	7.67	61	3; 0.05	5.86; 0.00001
AP	1497	1539	4.83 [3.51 ; 6.16]	4.49	145.52	92	11; <0.00001	7.14; 0.00001

Como puede apreciarse, el estudio meta-analítico de la variable MAN (ángulo mandibular) muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres para una probabilidad del 95% (valor de p del efecto global= 0.07 mayor que 0.05), con un valor Z próximo a 0 (no existen diferencias entre hombres y mujeres) por lo que este parámetro no sería adecuado para la discriminación sexual (valores resaltados en verde).

A modo de ejemplo se presentan las tablas y los funnel plot para las variables GNI, CDL, XRL y GOG. En ellas se comparan detalladamente los resultados obtenidos para las variables clásicas con los trabajos publicados según se especifica en el apartado de MATERIALES Y MÉTODOS.

Tabla 100. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable GNI.



Risk of bias legend

- (A) JCR journal?
- (B) Age between 18 to 65?
- (C) Current remains/bones?
- (D) Dried bones?
- (E) Inclusion and exclusion criteria?
- (F) Laterality?
- (G) Intra-observer analysis?
- (H) Inter-observer analysis?
- (I) Same N_male than N_female?

En amarillo se remarcan los resultados obtenidos en la Escuela de Medicina Legal.

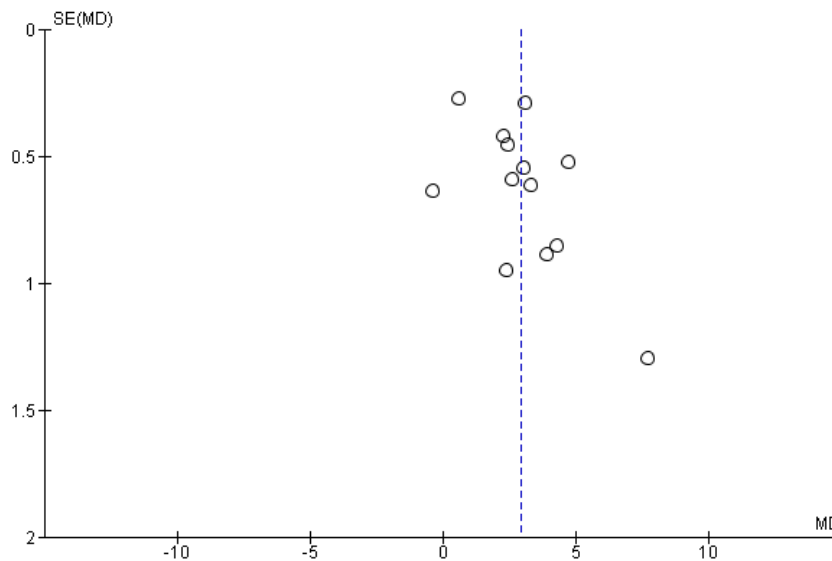
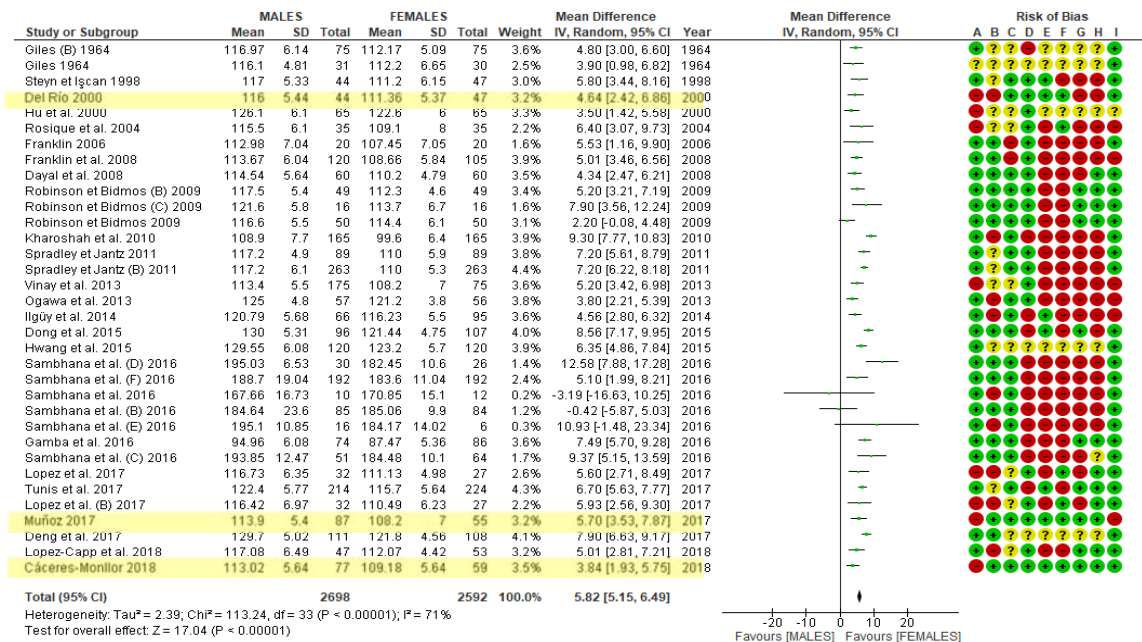


Fig. 87 Funnel plot para la variable GNI. MD; “mean difference” diferencia de medias de cada uno de los estudios. SE (MD); “Standard error in the mean differences” efecto del error estándar en la diferencia de medias. Se grafica MD vs SE (MD) en cada uno de los estudios.

Tabla 101. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable CDL.



En amarillo se remarcan los resultados obtenidos en la Escuela de Medicina Legal.

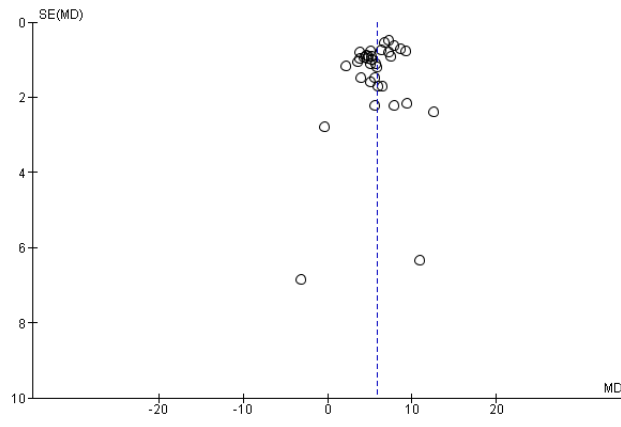
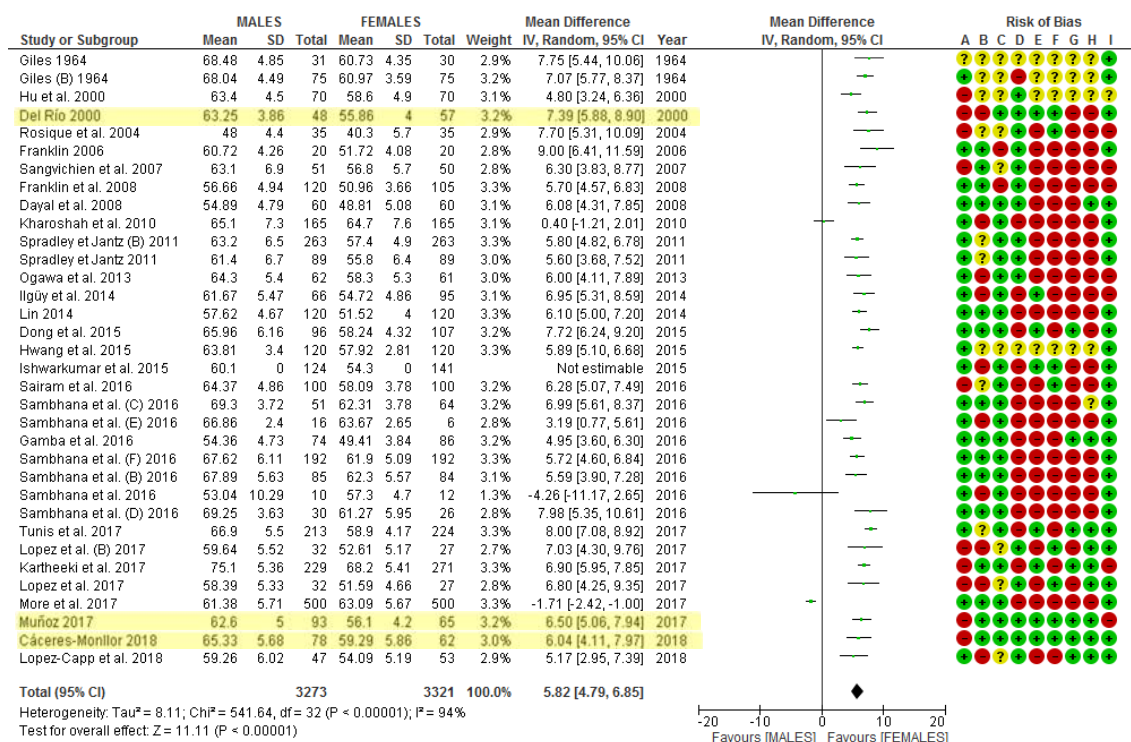


Fig. 88 Funnel plot para la variable CDL. MD; “mean difference” diferencia de medias de cada uno de los estudios. SE (MD); “Standard error in the mean differences” efecto del error estándar en la diferencia de medias. Se grafica MD vs SE (MD) en cada uno de los estudios.

Por el diagrama de Funnel Plot se puede apreciar estudios que se salen del comportamiento general. En la tabla de resultados y Forest Plot puede apreciarse, que el estudio de Sambhana et al. (2016) [76] muestra valores atípicos. Estos resultados tienen un peso total en el resultado global que oscila entre el 0,2% y 2,4% por lo que pueden excluirse sin afectar al comportamiento global de la investigación.

Puede apreciarse una estimación del error estándar menor, así como una distribución de los resultados más homogéneos al excluir el estudio de Sambhana et al. (2016). [76] Los valores anormalmente altos de este trabajo sugiere la necesidad de normalización de los nuevos métodos de medición, en este caso la ortopantomografía digital. Se ha comprobado de nuevo que los datos introducidos en el programa de meta-análisis para el estudio de Sambhana et al. (2016) eran correctos, por lo que se descarta error tipográfico.

Tabla 102. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable XRL.



- Risk of bias legend**
- (A) JCR journal?
 - (B) Age between 18 to 65?
 - (C) Current remains/bones?
 - (D) Dried bones?
 - (E) Inclusion and exclusion criteria?
 - (F) Laterality?
 - (G) Intra-observer analysis?
 - (H) Inter-observer analysis?
 - (I) Same N_male than N_female?

En amarillo se remarcan los resultados obtenidos en la Escuela de Medicina Legal.

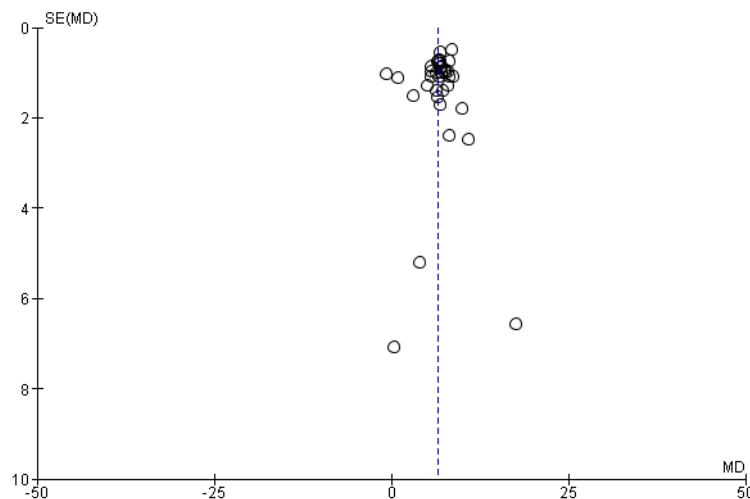


Fig. 90 Funnel plot para la variable GOG. MD; “mean difference” diferencia de medias de cada uno de los estudios. SE (MD); “Standard error in the mean differences” efecto del error estándar en la diferencia de medias. Se grafica MD vs SE (MD) en cada uno de los estudios.

Como puede apreciarse, la componente de heterogeneidad I^2 es demasiado elevada. Esto puede deberse al origen de las distintas colecciones objeto de la discusión por lo que se ha procedido a la segregación de los estudios, dependiendo de su origen étnico, en 4 grupos. Aunque ya, de por sí, se introduce un sesgo de selección a la hora de la asignación de los grupos, se asume que responde mejor al movimiento poblacional a lo largo de la Historia.

Según la revisión realizada por Daniela María Popa et al. (2017) sobre los marcadores de origen biogeográfico [121], recogiendo la pauta del Grupo de Trabajo en Raza, Etnicidad y Genética del Instituto Nacional de Investigación en Genoma Humano [122] definieron el concepto de ancestralidad como: “*la herencia genética que cada individuo porta de sus antepasados o ancestros, los cuales – en un pasado más o menos remoto – han ocupado un lugar geográfico a lo largo del tiempo*”. Así se define, además, la ancestralidad biogeográfica (BioGeographical Ancestry BGA) como aquella variación poblacional hallada en un individuo concreto señalando su origen geográfico concreto. No obstante, importantes factores afectan a la herencia genética de los individuos como pueden ser: los movimientos poblacionales, la mezcla, la mutación, deriva y flujos génicos así como la propia selección natural.

El estudio del origen biogeográfico queda marcado en el ámbito forense en la Historia reciente española. El uso de marcadores específicos predijo la ancestralidad por las cuales pudo desarrollarse las investigaciones en el atentado del 11 de marzo de 2004 en Madrid (España) [123]. Rosenberg et al. (2002) [124] identificaron 5 clusters (o grupos) genéticos definidos: Eurasia, África Subsahariana, Asia del Este, América y Oceanía.

Posteriormente se han identificado 3 grupos en Eurasia: Europa, Oriente Medio y Asia Central/Sur.

Los 4 grupos entre los cuales se dividen los trabajos científicos objeto de la presente discusión, queda reflejado en la **Tabla 104** según el origen de las colecciones estudiadas; no se han encontrado estudios para Oceanía. Aunque, como se ha comentado anteriormente, y de acuerdo a la ancestralidad biogeográfica podrían, a su vez, dividirse en otros subgrupos se ha creído conveniente no sesgar aún más la muestra.

Tabla 104. Asignación de los trabajos científicos a los 4 grupos de clasificación con respecto a la ascendencia étnica.

ASIÁTICOS		SUD-AMERICA		CAUCÁSICOS		AFRICANOS	
Ref.	Región	Ref.	Región	Ref.	Región	Ref.	Región
Dong et al. (2015)	China	López-Capp et al. (2018)	Brasil	Ilgüy et al. (2014)	Europa	Kharoshah et al. (2010)	Egipto
Sharma et al. (2016)	India	Lopez et al. (2017)	Brasil	Giles (1964)	Caucásica Norte-America	Tunis et al. (2017)	Israel
Vinay et al. (2013)	India	Gamba et al. (2016)	Brasil	Steyn et Işcan (1998)	Caucásica África	Ishwarkumar et al. (2015)	África
Deng et al. (2017)	China	Rosique et al. (2004)	Colombia	Muñoz (2017)	España	Dayal et al. (2008)	África
Kartheeki et al. (2017)	India			Del Río (2000)	España	Franklin (2006)	África
More et al. (2017)	India			Spradley et al. (2011)	Caucásica África	Giles (1964)	África
Sairam et al. (2016)	India			Cáceres-Monllor (2018)	España	Franklin et al. (2008)	África
Sambhana et al. (2016)	India					Robinson et al. (2009)	África
Hwang et al. (2015)	Korea					Spradley et al. (2011)	África
Kano (2015)	Japon						
Lin (2014)	Corea						
Ogawa et al. (2013)	Japón						
Hu et al. (2000)	Corea						

La siguiente tabla muestra un resumen de las medidas lineales clásicas segregadas por procedencias étnicas de cada medida.

Tabla 105. Tabla resumen de meta-análisis para las 11 comparaciones en mandíbula en función del tronco ancestral.

Var. / origen étnico	N hombres	N mujeres	Diferencia de medias [Rango]	Tau ²	Chi ²	I ² %	df; (p)	Z; (p)	
GNI	asiáticos	189	189	1.06 [-1.73 ; 3.85]	3.75	13.23	92	1; 0.0003	0.74; 0.46
	S_América	35	35	7.70 [5.16 ; 10.24]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.95; < 0.00001
	caucásicos	279	237	3.76 [2.87 ; 4.65]	0.48	7.74	48	4; 0.10	8.30; <0.00001
	africanos	687	686	2.26 [1.05 ; 3.47]	1.63	44.59	91	4; <0.00001	3.67; 0.0002
	TOTAL	1190	1147	2.91 [2.01 ; 3.81]	2.25	114.18	89	12; <0.00001	6.37; <0.00001
	GNI, diferencias entre subgrupos					17.77	83.1	3; 0.0005	
HML	asiáticos	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	S_América	79	81	4.10 [2.44 ; 5.77]	0.00	0.06	0	1; 0.81	4.82; <0.00001
	caucásicos	390	367	3.20 [2.29 ; 4.11]	0.79	14.02	64	5; 0.02	6.89; <0.00001
	africanos	293	294	1.40 [-0.75 ; 3.54]	2.11	7.88	87	1; 0.005	1.28; 0.20
	TOTAL	762	742	3.02 [1.95 ; 4.09]	2.36	65.56	86	9; <0.00001	5.51; <0.00001
HML, diferencias entre subgrupos					3.83	47.8	2; 0.15		

En **verde** se remarca el valor de z y su p asociada para la diferencia significativa entre hombres y mujeres. En **azul** se señala la diferencia significativa entre los distintos subgrupos.

Tabla 105 (continuación). Tabla resumen de meta-análisis para las 11 comparaciones en mandíbula en función del tronco ancestral.

Var. / origen étnico	N hombres	N mujeres	Diferencia de medias [Rango]	Tau ²	Chi ²	I ² %	df; (p)	Z; (p)	
CDL	asiáticos	1008	915	6.14 [4.61 ; 7.68]	4.51	51.75	79	11; <0,00001	7.84; <0.00001
	S_América	220	228	6.30 [5.19 ; 7.41]	0.00	3.29	0	4; 0.51	11.15; < 0.00001
	caucásicos	482	467	5.26 [4.34 ; 6.17]	0.54	9.32	36	6; 0.16	11.26; <0,00001
	africanos	988	982	5.79 [4.54 ; 7.05]	2.83	42.31	79	9; <0.00001	9.07; <0,00001
	TOTAL	2698	2592	5.82 [5.15 ; 6.49]	2.39	113.24	71	33; <0.00001	17.04; <0,00001
	CDL, diferencias entre subgrupos					2.30	0	3; 0.51	
WRL	asiáticos	1386	1393	1.83 [1.42 ; 2.24]	0.24	24.34	63	9; 0.004	8.73; <0.00001
	S_América	218	230	1.45 [0.22 ; 2.68]	1.40	14.54	72	4; 0.006	2.31; 0.02
	caucásicos	416	437	2.28 [1.86 ; 2.71]	0.03	5.58	10	5; 0.35	10.44; <0.00001
	africanos	713	729	1.55 [0.64 ; 2.46]	1.03	35.44	86	5; <0.00001	3.35; 0.0008
	TOTAL	2733	2789	1.81 [1.48 ; 2.14]	0.48	94.18	72	26; <0.00001	10.77; <0.00001
	WRL, diferencias entre subgrupos					4.01	25.1	3; 0.26	
MRL	asiáticos	1200	1211	2.16 [1.67 ; 2.65]	0.32	22.70	60	9; 0.007	8.59; <0.00001
	S_América	47	53	1.44 [-0.02 ; 2.90]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.93; 0.05
	caucásicos	573	539	3.15 [2.28 ; 4.03]	0.83	17.39	71	5; 0.004	7.06; <0.00001
	africanos	334	343	1.34 [0.56 ; 2.12]	0.22	3.64	45	2; 0.16	3.35; 0.0008
	TOTAL	2154	2146	2.29 [1.83 ; 2.75]	0.73	79.40	76	19; <0.00001	9.79; <0.00001
	MRL, diferencias entre subgrupos					10.03	70.1	3; 0.02	

Tabla 105 (continuación). Tabla resumen de meta-análisis para las 11 comparaciones en mandíbula en función del tronco ancestral.

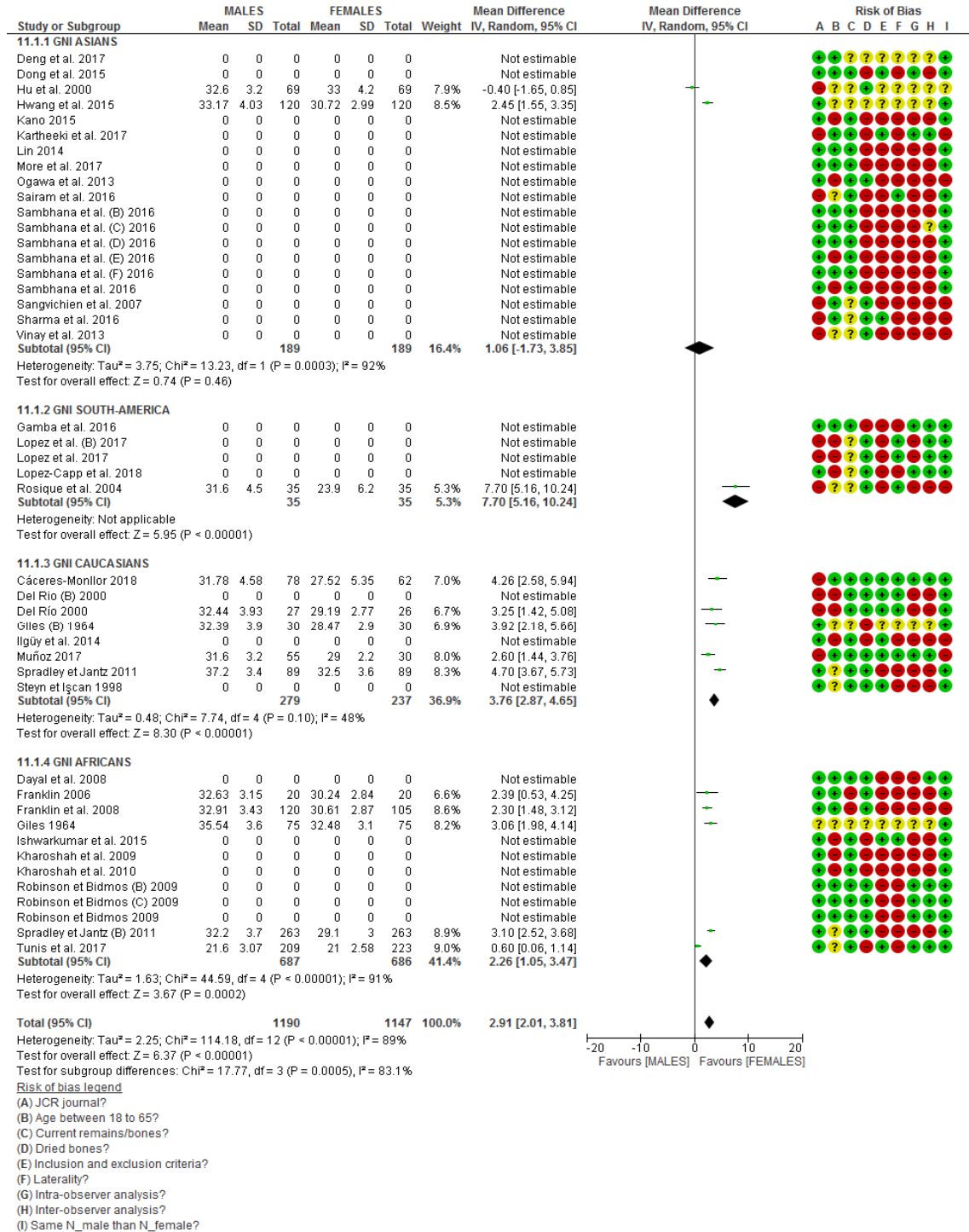
Var. / origen étnico	N hombres	N mujeres	Diferencia de medias [Rango]	Tau ²	Chi ²	I ² %	df; (p)	Z; (p)	
XRL	asiáticos	1732	1783	5.18 [3.34 ; 7.02]	12.08	406.33	97	14; <0.00001	5.53; <0.00001
	S_América	220	220	6.03 [4.90 ; 7.16]	0.49	5.63	29	4; 0.23	10.43; < 0.00001
	caucásicos	449	443	6.72 [6.08 ; 7.36]	0.00	2.98	0	5; 0.70	20.50; <0.00001
	africanos	992	1008	6.03 [4.20 ; 7.86]	5.38	72.32	92	6; <0.00001	6.46; <0.00001
	TOTAL	3393	3462	5.82 [4.79; 6.85]	8.11	541.64	94	32; <0.00001	11.11; <0.00001
	XRL, diferencias entre subgrupos					3.20	6.1	5; 0.36	
GOG	asiáticos	1239	1102	6.66 [5.30 ; 8.02]	4.43	61.51	79	13; <0.00001	9.58; <0.00001
	S_América	146	144	6.01 [4.74 ; 7.28]	0.00	1.61	0	3; 0.66	9.27; <0.00001
	caucásicos	488	482	7.17 [6.37 ; 7.97]	0.20	7.25	17	6; 0.30	17.54; <0.00001
	africanos	988	982	6.14 [4.68 ; 7.61]	3.97	51.54	83	9; <0.00001	8.20; <0.00001
	TOTAL	2861	2710	6.57 [5.89 ; 7.26]	2.71	124.94	73	34; <0.00001	18.76; <0.00001
	GOG, diferencias entre subgrupos					3.01	0.3	3; 0.39	
MLT	asiáticos	572	572	3.64 [2.44; 4.84]	1.42	17.25	59	7; 0.02	5.96; <0.00001
	S_América	111	109	3.45 [0.99 ; 5.91]	3.28	6.54	69	2; 0.04	2.75; 0.006
	caucásicos	415	428	4.83 [4.01 ; 5.65]	0.38	7.87	36	5; 0.16	11.56; <0.00001
	africanos	803	797	4.63 [4.05 ; 5.21]	0.10	8.20	15	7; 0.31	15.62; <0.00001
	TOTAL	1901	1906	4.32 [3.79 ; 4.86]	0.88	53.71	55	24; 0.0005	15.82; <0.00001
	MLT, diferencias entre subgrupos					3.51	14.6	3; 0.32	

Tabla 105 (continuación). Tabla resumen de meta-análisis para las 11 comparaciones en mandíbula en función del tronco ancestral.

Var. / origen étnico	N hombres	N mujeres	Diferencia de medias [Rango]	Tau ²	Chi ²	I ² %	df; (p)	Z; (p)	
MAN	asiáticos	543	521	-1.78 [-3.20 ; -0.35]	1.87	14.21	51	7; 0.05	2.44; 0.01
	S_América	185	195	-0.34 [-2.22 ; 1.54]	1.04	4.16	28	3; 0.24	0.35; 0.72
	caucásicos	157	195	-1.06 [-2.76 ; 0.63]	0.00	0.59	0	2; 0.74	1.23; 0.22
	africanos	379	389	-0.17 [-3.89 ; 3.56]	6.89	21.85	95	1; <0.00001	0.09; 0.93
	TOTAL	1264	1300	-1.10 [-2.21; 0.02]	3.29	57.28	72	16; <0.00001	1.93; 0.05
	MAN, diferencias entre subgrupos					1.73	0	3; 0.63	
MMBL	asiáticos	159	137	5.35 [4.08 ; 6.61]	0.00	0.49	0	1; 0.48	8.29; <0.00001
	S_América	74	86	3.23 [2.09 ; 4.37]	N.A.	N.A.	N.A.	3; 0.66	9.27; <0.00001
	caucásicos	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	africanos	185	20	2.60 [-0.04 ; 5.24]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.93; 0.05
	TOTAL	418	243	4.21 [2.80 ; 5.62]	1.21	7.67	61	3; 0.05	5.86; <0.00001
	MMBL, diferencias entre subgrupos					7.18	72.1	2; 0.03	
AP	asiáticos	1213	1255	5.35 [4.39; 6.31]	1.36	33.21	76	8; <0.00001	10.90; <0.00001
	S_América	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	caucásicos	54	54	2.84 [1.13 ; 4.55]	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.25; 0.001
	africanos	230	230	5.19 [-1.41 ; 11.78]	22.03	37.02	97	1; <0.00001	1.54; 0.12
	TOTAL	1497	1539	4.83 [3.51 ; 6.16]	4.49	145.52	92	11; <0.00001	7.14; <0.00001
	MLT, diferencias entre subgrupos					6.30	68.2	2; 0.04	

Las siguientes tablas muestran detalladamente los resultados, Forest Plot y Funnel Plot de cada medida lineal.

Tabla 106. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable GNI. Se segregan los resultados por ascendencia.



La heterogeneidad dentro de los distintos subgrupos es bastante alta. En el subgrupo asiático, las dos poblaciones para las cuales se conservan datos, tienen procedencia coreana. Sin embargo el subgrupo de población caucásica es

moderadamente homogéneo a pesar de la diferencia de orígenes de las colecciones. Se debe indicar que podría estar influido por un sesgo de selección puesto que en este subgrupo se encuentran los resultados obtenidos en las 3 tesis realizadas en la Escuela de Medicina Legal (Del Río 2000 [99]; Muñoz 2017 [7]; y Cáceres-Monllor 2018). Este subgrupo engloba las colecciones españolas antes indicadas, pero también los caucásicos de procedencia norteamericana y los caucásicos africanos. En cuanto al grupo de los africanos se observa una altísima heterogeneidad ($I^2 = 91\%$) que desaparece de forma drástica hasta alcanzar un valor de $I^2 = 0$, - subgrupo homogéneo - cuando se elimina los datos pertenecientes a la población israelita (Tunis et al. 2017 [81]). A continuación se muestra el extracto del forest plot para dicho subgrupo antes de eliminar los datos de Tunis y después de eliminarlos. Puede observarse el cambio absoluto en el valor de la heterogeneidad.

Tabla 107. Extracto del subgrupo de africanos **CON** los datos de Tunis et al. 2017 incorporados (población israelita).

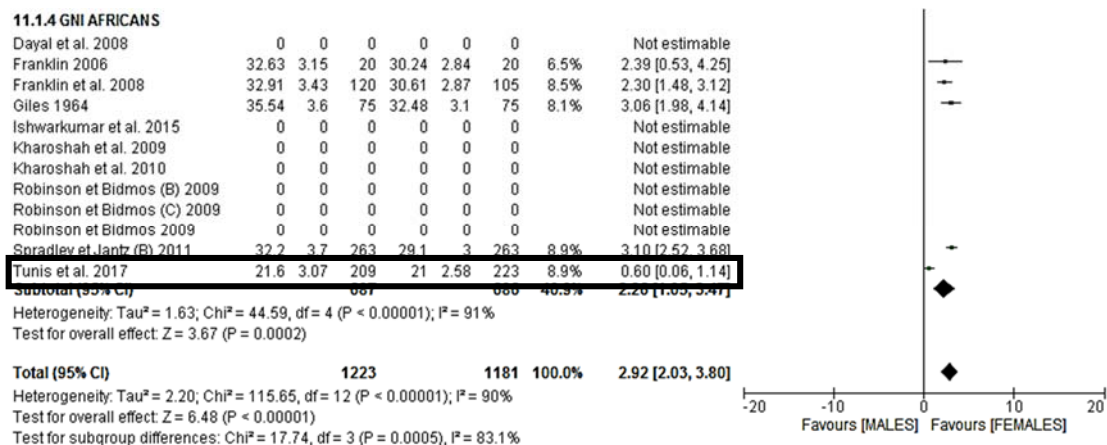
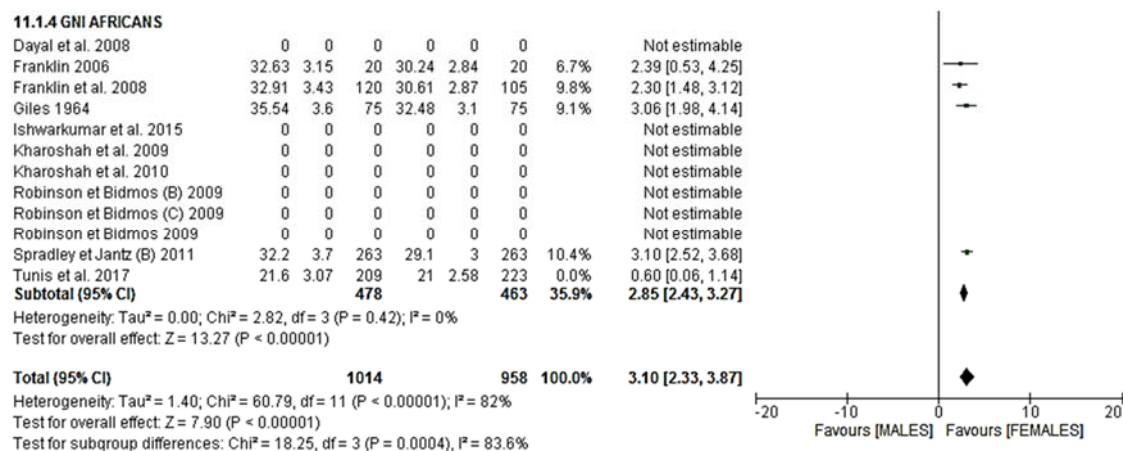


Tabla 108. Extracto del subgrupo de africanos **SIN** los datos de Tunis et al. 2017 incorporados.



Se proponen dos explicaciones a este fenómeno: a) Que el valor de GNI (altura de la barbilla) sea un rasgo altamente significativo en población israelita. b) LA MÁS PLAUSIBLE: Que el método de obtención de datos no haya sido el correcto puesto que se observa una diferencia de 10 mm entre los resultados reportados por Tunis et al. (2017) [81] y los datos reportados por los demás autores. Al realizar el meta-análisis de las dos poblaciones se observa que no existe diferencia significativa ($p = 0,46$).

Tabla 109. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable HML. Se segregan los resultados por ascendencia.

Study or Subgroup	MALES			FEMALES			Mean Difference		Year	Mean Difference IV, Random, 95% CI	Risk of Bias									
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total	Weight	IV, Random, 95% CI			A	B	C	D	E	F	G	H	I	
11.2.1 HML ASIANS																				
Hu et al. 2000	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2000		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sangvichien et al. 2007	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2007		?	?	?	?	?	?	?	?		
Ogawa et al. 2013	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2013		?	?	?	?	?	?	?	?		
Vinay et al. 2013	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2013		?	?	?	?	?	?	?	?		
Lin 2014	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2014		?	?	?	?	?	?	?	?		
Hwang et al. 2015	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2015		?	?	?	?	?	?	?	?		
Dong et al. 2015	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2015		?	?	?	?	?	?	?	?		
Kano 2015	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2015		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sambhana et al. (B) 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sambhana et al. (C) 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sambhana et al. 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sambhana et al. (D) 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sairam et al. 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sambhana et al. (F) 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sharma et al. 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Sambhana et al. (E) 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
More et al. 2017	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?	?		
Deng et al. 2017	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?	?		
Kartheeki et al. 2017	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?	?		
Subtotal (95% CI)	0	0	0	0	0	0		Not estimable												
Heterogeneity: Not applicable Test for overall effect: Not applicable																				
11.2.2 HML SOUTH-AMERICA																				
Rosique et al. 2004	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2004		?	?	?	?	?	?	?	?		
Gamba et al. 2016	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?		
Lopez et al. 2017	25.73	5.76	32	21.36	5.12	28	6.9%	4.37	[1.62, 7.12]	2017	?	?	?	?	?	?	?			
Lopez et al. (B) 2017	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?			
Lopez-Capp et al. 2018	26.57	5.61	47	22.62	5.02	53	8.6%	3.95	[1.85, 6.05]	2018	?	?	?	?	?	?	?			
Subtotal (95% CI)	79		79	53	5.02	81	15.5%	4.10	[2.44, 5.77]											
Heterogeneity: Tau ² = 0.00; Chi ² = 0.06, df = 1 (P = 0.81); I ² = 0% Test for overall effect: Z = 4.82 (P < 0.00001)																				
11.2.3 HML CAUCASIANS																				
Giles (B) 1964	29	3.5	75	26.5	2.7	75	11.4%	2.50	[1.50, 3.50]	1964	?	?	?	?	?	?	?			
Steyn et Işcan 1998	0	0	0	0	0	0		Not estimable	1998		?	?	?	?	?	?	?			
Del Río (B) 2000	28.52	4.43	48	23.42	6.01	55	8.8%	5.10	[3.08, 7.12]	2000	?	?	?	?	?	?	?			
Del Río 2000	28.4	3.9	48	23.43	5.77	56	9.2%	4.97	[3.10, 6.84]	2000	?	?	?	?	?	?	?			
Spradley et Jantz 2011	32.3	3.7	89	29.5	2.6	89	11.6%	2.80	[1.86, 3.74]	2011	?	?	?	?	?	?	?			
Ilgüy et al. 2014	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2014		?	?	?	?	?	?	?			
Muñoz 2017	29	2.9	52	27.2	2.4	31	11.1%	1.80	[0.64, 2.96]	2017	?	?	?	?	?	?	?			
Cáceres-Monllor 2018	28.09	4.33	78	24.54	5.09	61	9.9%	3.55	[1.95, 5.15]	2018	?	?	?	?	?	?	?			
Subtotal (95% CI)	390		390	367	5.09	367	61.9%	3.20	[2.29, 4.11]											
Heterogeneity: Tau ² = 0.79; Chi ² = 14.02, df = 5 (P = 0.02); I ² = 64% Test for overall effect: Z = 6.89 (P < 0.00001)																				
11.2.4 HML AFRICANS																				
Giles 1964	27.3	3.3	30	24.7	2.3	31	10.4%	2.60	[1.17, 4.03]	1964	?	?	?	?	?	?	?			
Franklin 2006	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2006		?	?	?	?	?	?	?			
Dayal et al. 2008	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2008		?	?	?	?	?	?	?			
Franklin et al. 2008	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2008		?	?	?	?	?	?	?			
Kharoshah et al. 2009	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2009		?	?	?	?	?	?	?			
Robinson et Bidmos 2009	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2009		?	?	?	?	?	?	?			
Robinson et Bidmos (B) 2009	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2009		?	?	?	?	?	?	?			
Robinson et Bidmos (C) 2009	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2009		?	?	?	?	?	?	?			
Kharoshah et al. 2010	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2010		?	?	?	?	?	?	?			
Spradley et Jantz (B) 2011	29.9	3.8	263	29.5	2.6	263	12.3%	0.40	[-0.16, 0.96]	2011	?	?	?	?	?	?	?			
Ishwarkumar et al. 2015	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2015		?	?	?	?	?	?	?			
Tunis et al. 2017	0	0	0	0	0	0		Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?			
Subtotal (95% CI)	293		293	294	2.6	294	22.6%	1.40	[-0.75, 3.54]											
Heterogeneity: Tau ² = 2.11; Chi ² = 7.88, df = 1 (P = 0.005); I ² = 87% Test for overall effect: Z = 1.28 (P = 0.20)																				
Total (95% CI)	762		762	742	5.09	742	100.0%	3.02	[1.95, 4.09]											
Heterogeneity: Tau ² = 2.36; Chi ² = 64.56, df = 9 (P < 0.00001); I ² = 86% Test for overall effect: Z = 5.51 (P < 0.00001) Test for subgroup differences: Chi ² = 3.83, df = 2 (P = 0.15), I ² = 47.8%																				
Risk of bias legend																				
(A) JCR Journal?																				
(B) Age between 18 to 65?																				
(C) Current remains/bones?																				
(D) Dried bones?																				
(E) Inclusion and exclusion criteria?																				
(F) Laterality?																				
(G) Intra-observer analysis?																				
(H) Inter-observer analysis?																				
(I) Same N_male than N_female?																				

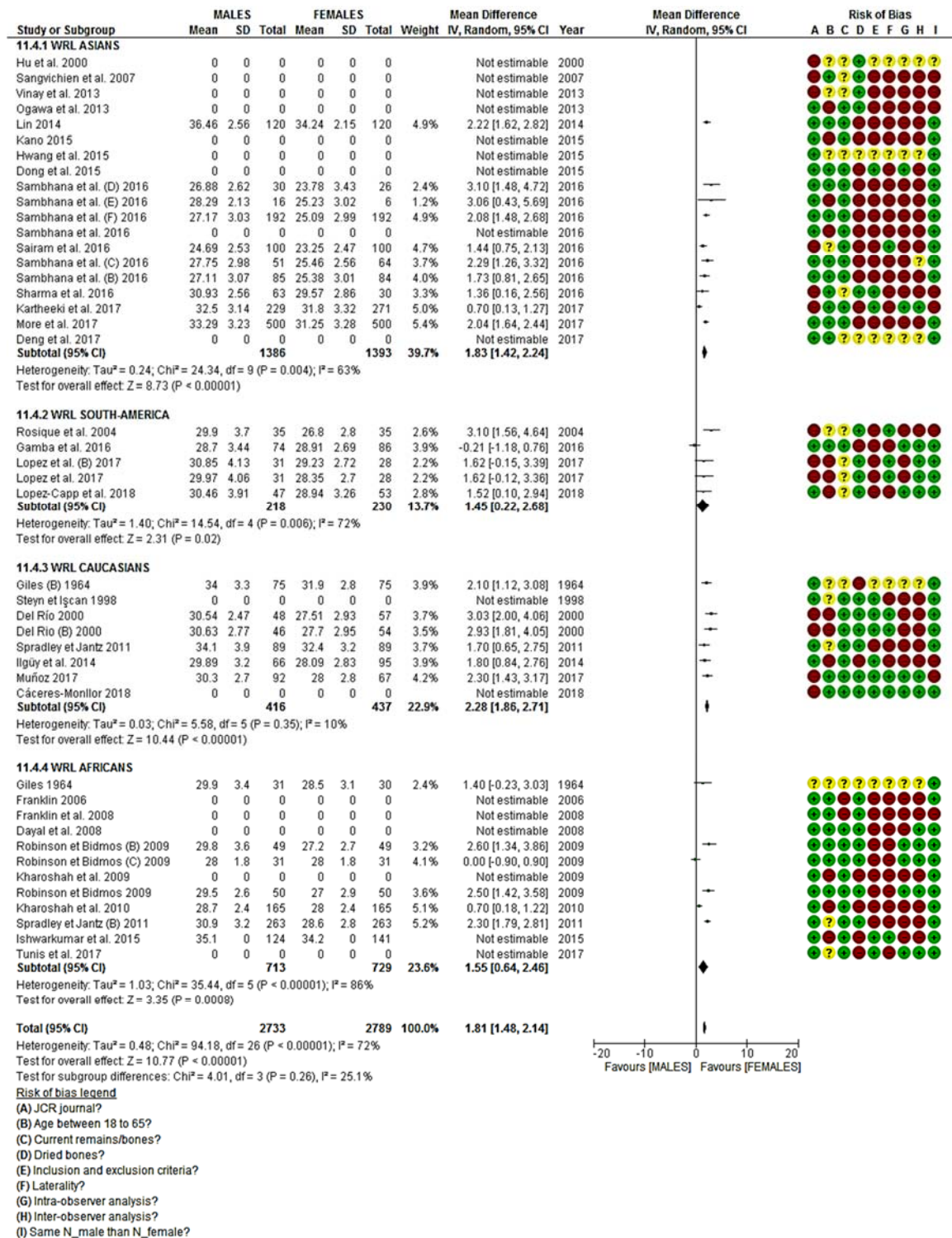
Como puede apreciarse el valor de p para los subgrupos es mayor de 0,05 (p-value = 0,15) por lo que no se aprecia diferencia significativa entre los grupos.

Tabla 110. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable CDL. Se segregan los resultados por ascendencia.

Study or Subgroup	MALES			FEMALES			Weight	Mean Difference IV, Random, 95% CI	Year	Mean Difference IV, Random, 95% CI	Risk of Bias								
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total					A	B	C	D	E	F	G	H	I
11.3.1 CDL ASIANS																			
Hu et al. 2000	126.1	6.1	65	122.6	6	65	3.3%	3.50 [1.42, 5.58]	2000		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sangvichien et al. 2007	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2007		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Ogawa et al. 2013	125	4.8	57	121.2	3.8	56	3.8%	3.80 [2.21, 5.39]	2013		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Vinay et al. 2013	113.4	5.5	175	108.2	7	75	3.6%	5.20 [3.42, 6.98]	2013		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Lin 2014	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2014		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Dong et al. 2015	130	5.31	96	121.44	4.75	107	4.0%	8.56 [7.17, 9.95]	2015		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Hwang et al. 2015	129.55	6.08	120	123.2	5.7	120	3.9%	6.35 [4.86, 7.84]	2015		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Kano 2015	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2015		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sambhana et al. (C) 2016	193.85	12.47	51	184.48	10.1	64	1.7%	9.37 [5.15, 13.59]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sairam et al. 2016	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sambhana et al. (B) 2016	184.64	23.6	85	185.06	9.9	84	1.2%	-0.42 [-5.87, 5.03]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sambhana et al. (D) 2016	195.03	6.53	30	182.45	10.6	26	1.4%	12.58 [7.88, 17.28]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sambhana et al. (E) 2016	195.1	10.85	16	184.17	14.02	6	0.3%	10.93 [-1.48, 23.34]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sambhana et al. 2016	167.66	16.73	10	170.85	15.1	12	0.2%	-3.19 [-16.63, 10.25]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sambhana et al. (F) 2016	188.7	19.04	192	183.6	11.04	192	2.4%	5.10 [1.99, 8.21]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sharma et al. 2016	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
More et al. 2017	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Deng et al. 2017	129.7	5.02	111	121.8	4.56	108	4.1%	7.90 [6.63, 9.17]	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Kartheeki et al. 2017	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Subtotal (95% CI)			1008			915	30.0%	6.14 [4.61, 7.68]											
Heterogeneity: Tau ² = 4.51; Chi ² = 51.75, df = 11 (P < 0.00001); I ² = 79%																			
Test for overall effect: Z = 7.84 (P < 0.00001)																			
11.3.2 CDL SOUTH-AMERICA																			
Rosique et al. 2004	115.5	6.1	35	109.1	8	35	2.2%	6.40 [3.07, 9.73]	2004		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Gamba et al. 2016	94.96	6.08	74	87.47	5.36	86	3.6%	7.49 [5.70, 9.28]	2016		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Lopez et al. (B) 2017	116.42	6.97	32	110.49	6.23	27	2.2%	5.93 [2.56, 9.30]	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Lopez et al. 2017	116.73	6.35	32	111.13	4.98	27	2.6%	5.60 [2.71, 8.49]	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Lopez-Capp et al. 2018	117.08	6.49	47	112.07	4.42	53	3.2%	5.01 [2.81, 7.21]	2018		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Subtotal (95% CI)			220			228	13.7%	6.30 [5.19, 7.41]											
Heterogeneity: Tau ² = 0.00; Chi ² = 3.29, df = 4 (P = 0.51); I ² = 0%																			
Test for overall effect: Z = 11.15 (P < 0.00001)																			
11.3.3 CDL CAUCASIANS																			
Giles (B) 1964	116.97	6.14	75	112.17	5.09	75	3.6%	4.80 [3.00, 6.60]	1964		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Steyn et İşcan 1998	117	5.33	44	111.2	6.15	47	3.0%	5.80 [3.44, 8.16]	1998		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Del Rio 2000	116	5.44	44	111.36	5.37	47	3.2%	4.64 [2.42, 6.86]	2000		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Del Rio (B) 2000	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2000		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Spradley et Jantz 2011	117.2	4.9	89	110	5.9	89	3.8%	7.20 [5.61, 8.79]	2011		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Ilgüy et al. 2014	120.79	5.68	66	116.23	5.5	95	3.6%	4.56 [2.80, 6.32]	2014		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Muñoz 2017	113.9	5.4	87	108.2	7	55	3.2%	5.70 [3.53, 7.87]	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Cáceres-Monllor 2018	113.02	5.64	77	109.18	5.64	59	3.5%	3.84 [1.93, 5.75]	2018		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Subtotal (95% CI)			482			467	24.0%	5.26 [4.34, 6.17]											
Heterogeneity: Tau ² = 0.54; Chi ² = 9.32, df = 6 (P = 0.16); I ² = 36%																			
Test for overall effect: Z = 11.26 (P < 0.00001)																			
11.3.4 CDL AFRICANS																			
Giles 1964	116.1	4.81	31	112.2	6.65	30	2.5%	3.90 [0.98, 6.82]	1964		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Franklin 2006	112.98	7.04	20	107.45	7.05	20	1.6%	5.53 [1.16, 9.90]	2006		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Dayal et al. 2008	114.54	5.64	60	110.2	4.79	60	3.5%	4.34 [2.47, 6.21]	2008		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Franklin et al. 2008	113.67	6.04	120	108.66	5.84	105	3.9%	5.01 [3.46, 6.56]	2008		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Kharoshah et al. 2009	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2009		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Robinson et Eldimos (C) 2009	121.6	5.8	16	113.7	6.7	16	1.6%	7.90 [3.56, 12.24]	2009		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Robinson et Eldimos 2009	118.6	5.5	50	114.4	6.1	50	3.1%	2.20 [-0.08, 4.48]	2009		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Robinson et Eldimos (B) 2009	117.5	5.4	49	112.3	4.6	49	3.4%	5.20 [3.21, 7.19]	2009		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Kharoshah et al. 2010	108.9	7.7	165	99.6	6.4	165	3.9%	9.30 [7.77, 10.83]	2010		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Spradley et Jantz (B) 2011	117.2	6.1	263	110	5.3	263	4.4%	7.20 [6.22, 8.18]	2011		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Ishwarkumar et al. 2015	0	0	0	0	0	0	0	Not estimable	2015		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Tunis et al. 2017	122.4	5.77	214	115.7	5.64	224	4.3%	6.70 [5.63, 7.77]	2017		?	?	?	?	?	?	?	?	?
Subtotal (95% CI)			988			982	32.3%	5.79 [4.54, 7.05]											
Heterogeneity: Tau ² = 2.83; Chi ² = 42.31, df = 9 (P < 0.00001); I ² = 79%																			
Test for overall effect: Z = 9.07 (P < 0.00001)																			
Total (95% CI)			2698			2592	100.0%	5.82 [5.15, 6.49]											
Heterogeneity: Tau ² = 2.39; Chi ² = 113.24, df = 33 (P < 0.00001); I ² = 71%																			
Test for overall effect: Z = 17.04 (P < 0.00001)																			
Test for subgroup differences: Chi ² = 2.30, df = 3 (P = 0.51); I ² = 0%																			
Risk of bias legend																			
(A) JCR journal?																			
(B) Age between 18 to 65?																			
(C) Current remains/bones?																			
(D) Dried bones?																			
(E) Inclusion and exclusion criteria?																			
(F) Laterality?																			
(G) Intra-observer analysis?																			
(H) Inter-observer analysis?																			
(I) Same N_male than N_female?																			

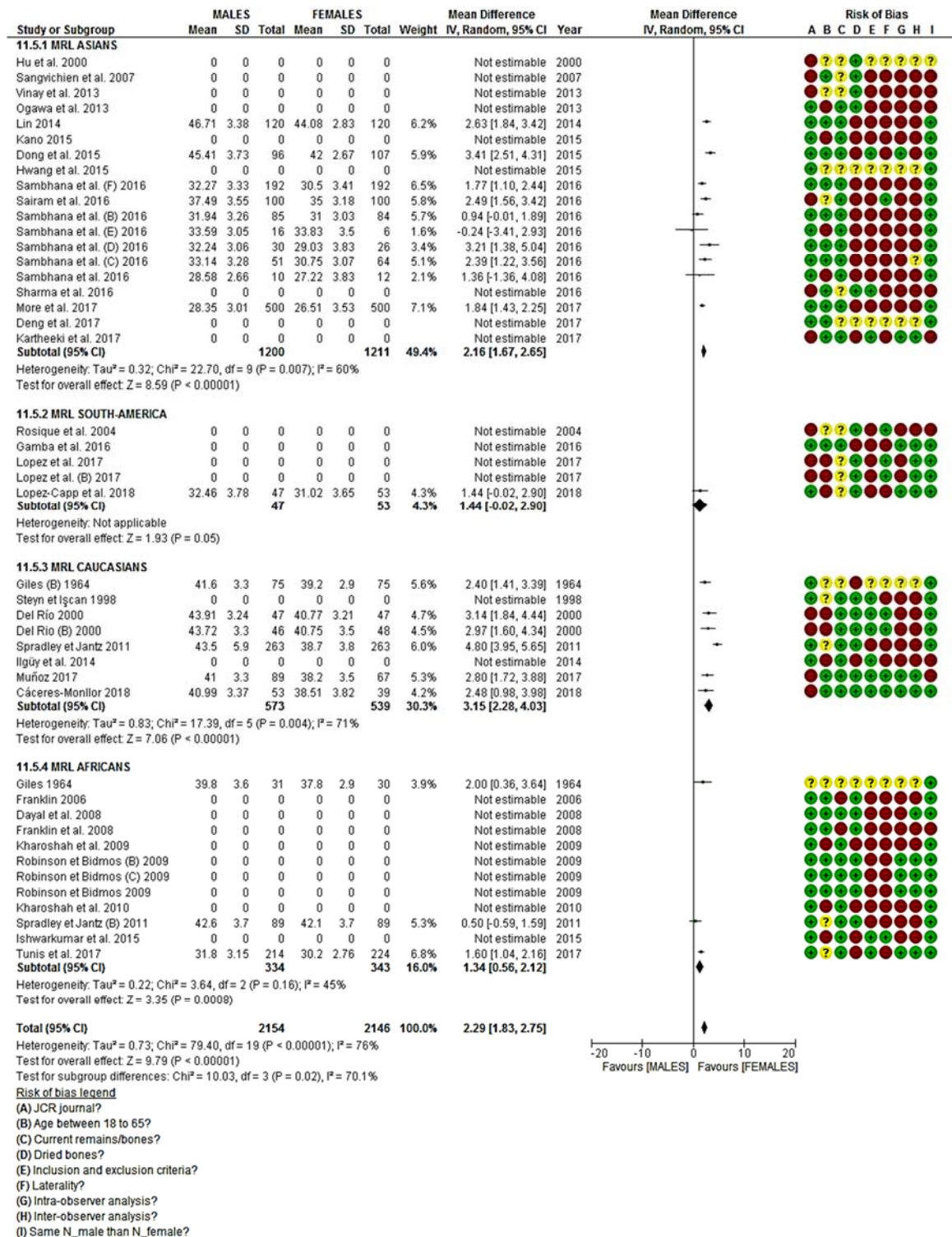
No existen diferencias significativas en la diferencia de media en los distintos subgrupos (p value = 0,51).

Tabla 111. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable WRL. Se segregan los resultados por ascendencia.



Tampoco se observan diferencias entre los subgrupos para la variable WRL (p = 0,26).

Tabla 112. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable MRL. Se segregan los resultados por ascendencia.



En el caso de MRL se aprecia significativa según la procedencia de las colecciones (p= 0,02) con un alto valor de heterogeneidad entre los subgrupos (I² = 70,1%).

Tabla 113. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable XRL. Se segregan los resultados por ascendencia.

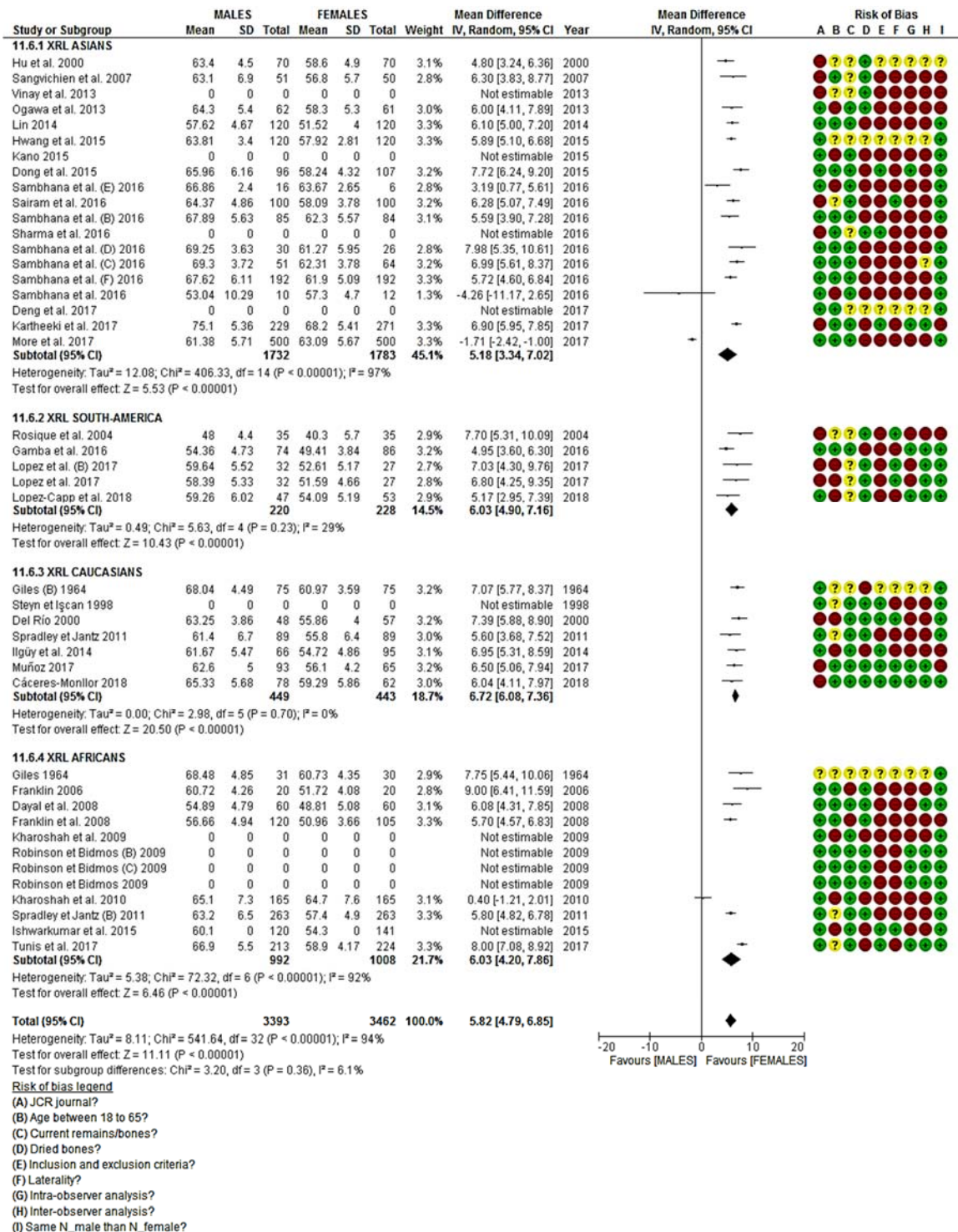


Tabla 114. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable GOG. Se segregan los resultados por ascendencia.

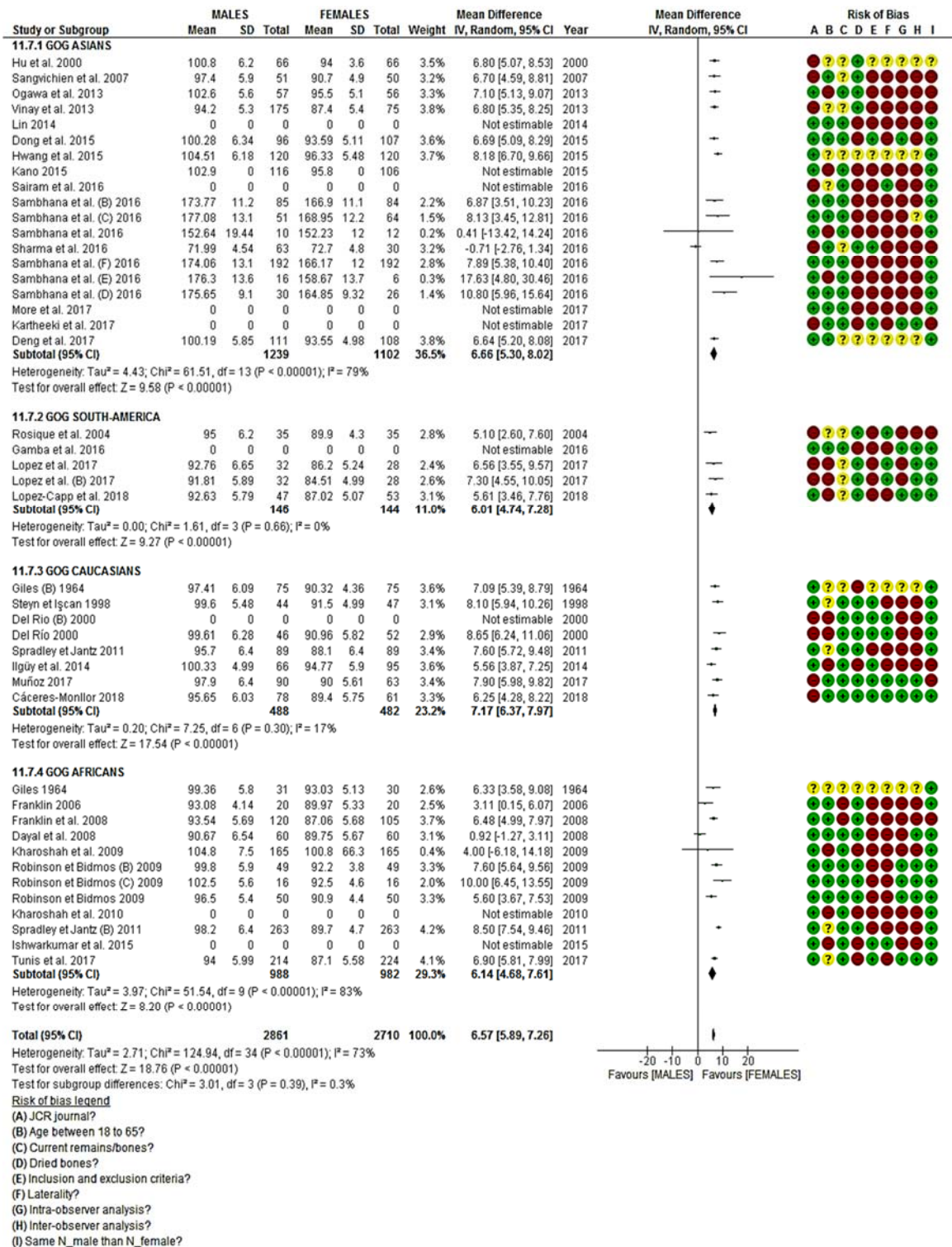


Tabla 115. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable MLT. Se segregan los resultados por ascendencia.

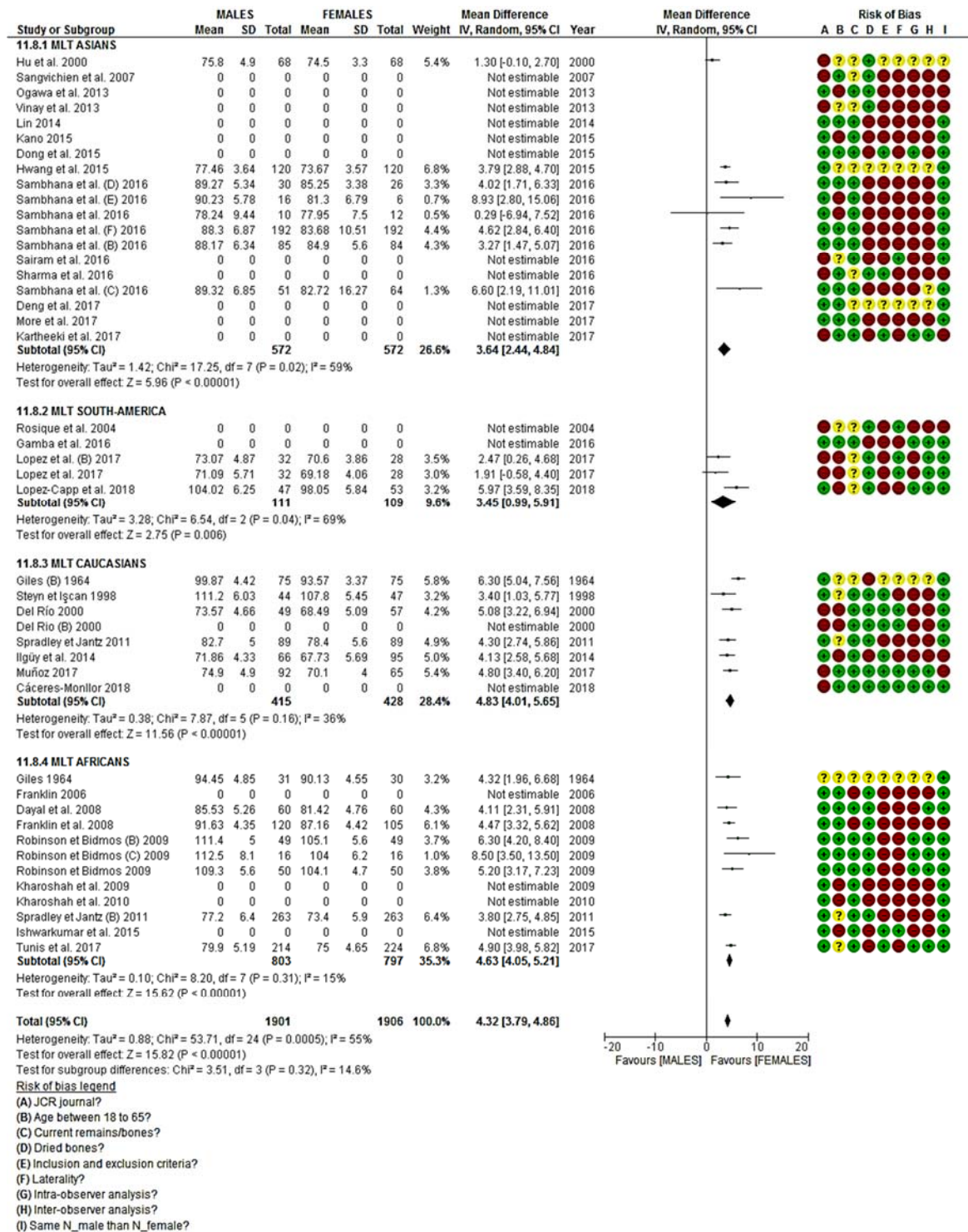


Tabla 116. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable MAN. Se segregan los resultados por ascendencia.

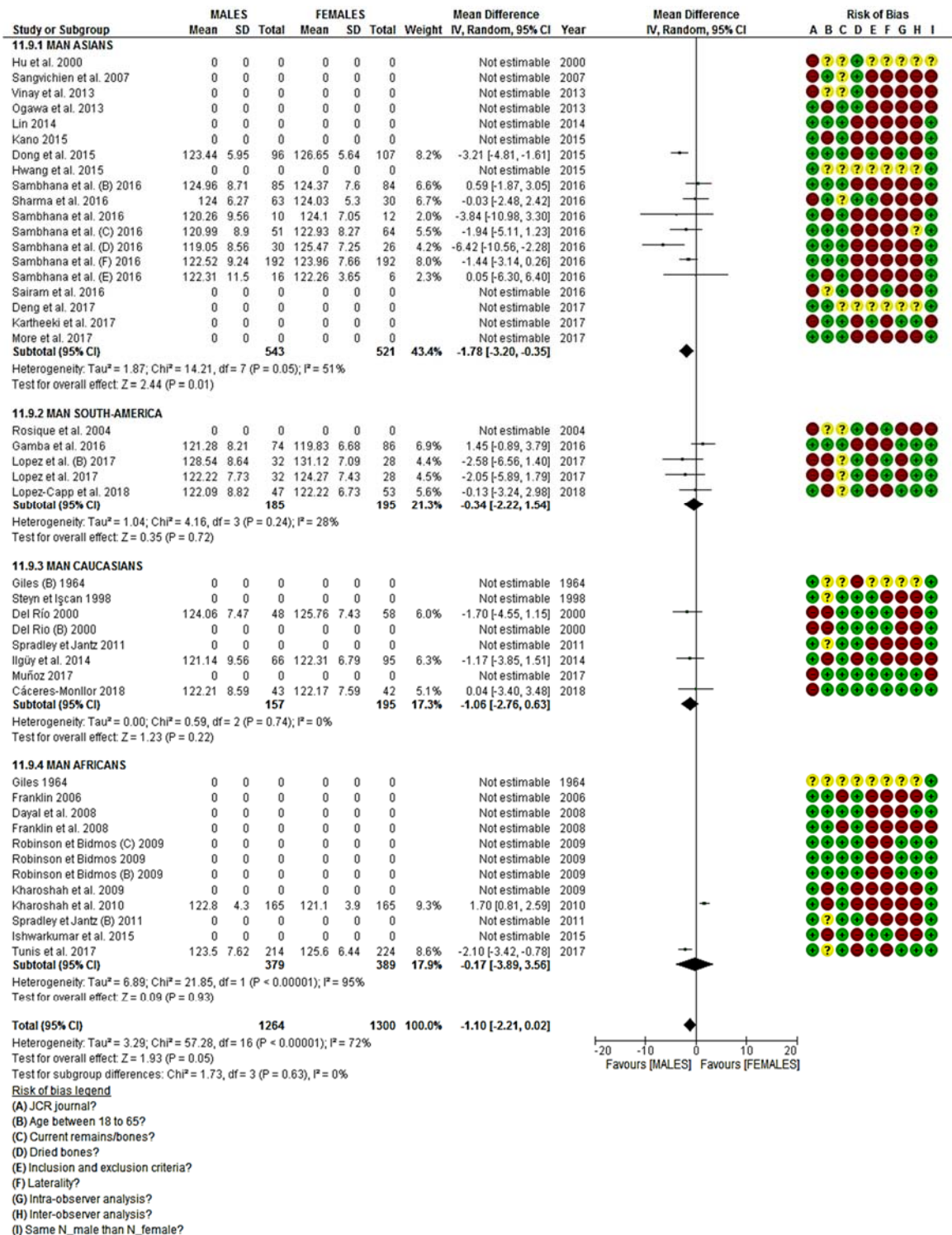


Tabla 117. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable MMBL. Se segregan los resultados por ascendencia.

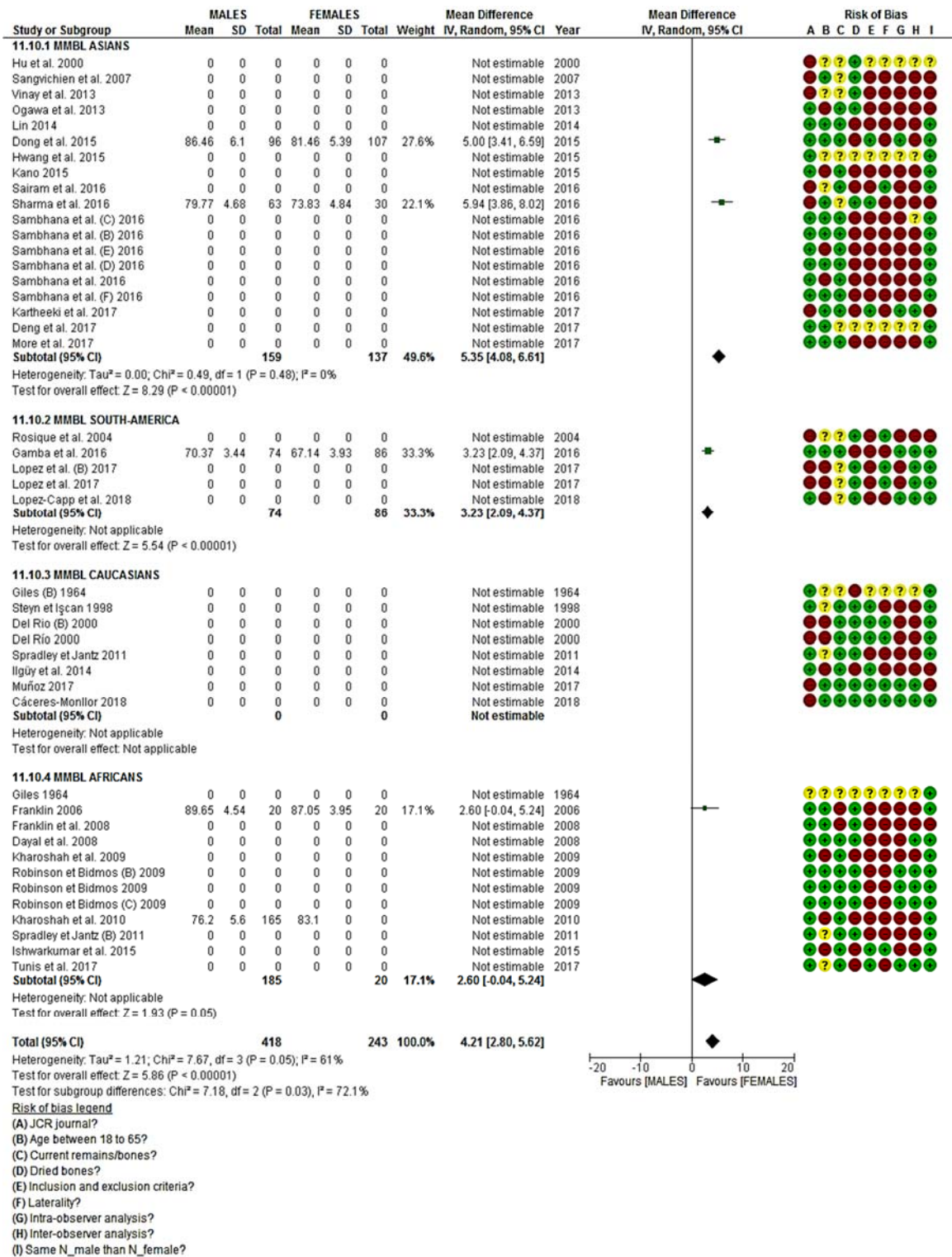
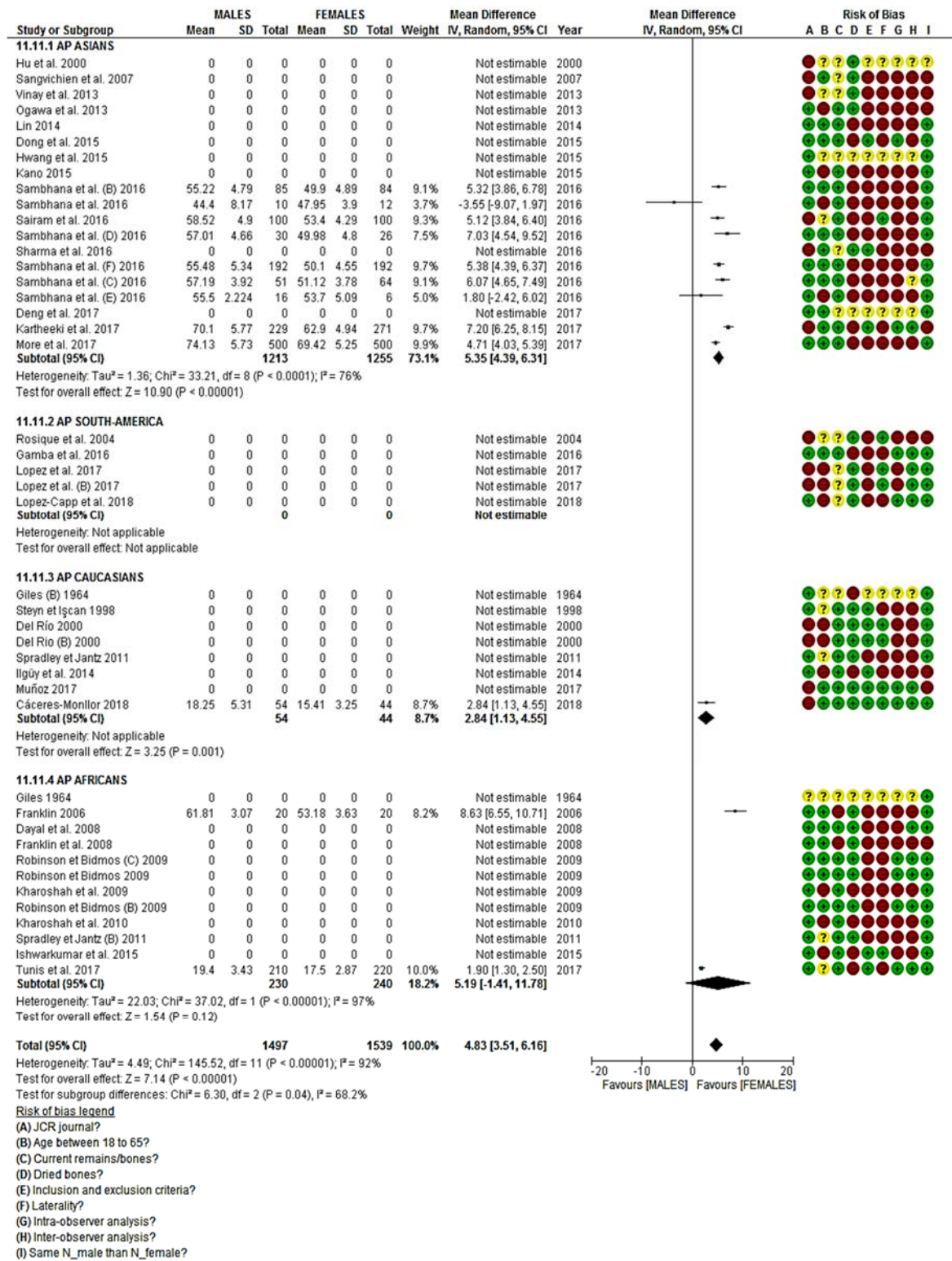


Tabla 118. Tabla de resultados y Forest plot de efectos aleatorios para la variable AP. Se segregan los resultados por ascendencia.



Los siguientes diagramas funnel plot muestran la diferencia de medias de cada uno de los estudios en función del efecto del error estándar en la diferencia de medias. Con

ello se puede analizar la dispersión de resultados, la calidad de los datos de cada investigación, el análisis de sospechosos y las variables que presentan mayor precisión en su medición.

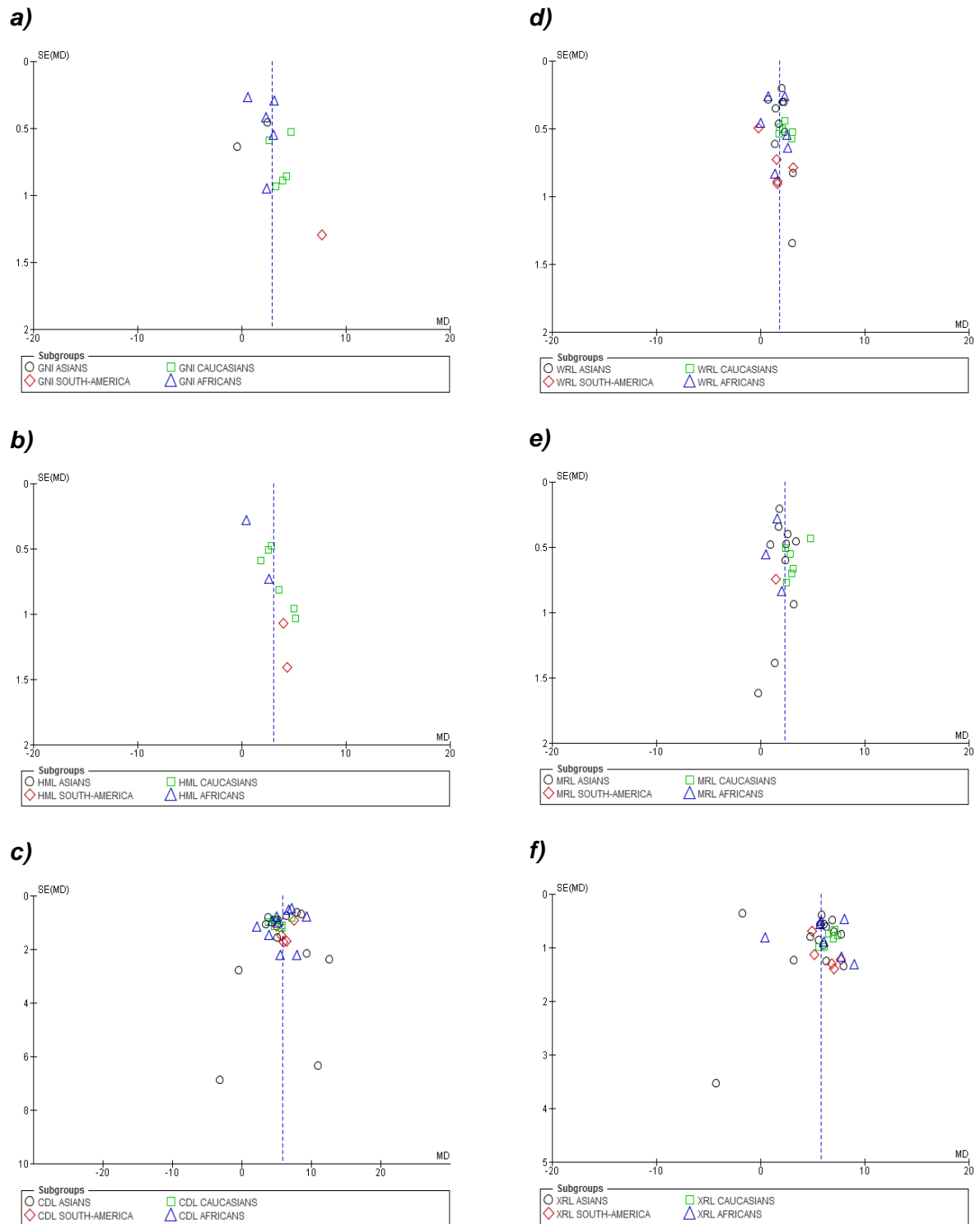


Fig. 91 Funnels plot para la variable a) GNI; b) HML; c) CDL; d) WRL; e) MRL; f) XRL. **MD**; “mean difference” diferencia de medias de cada uno de los estudios. **SE (MD)**; “Standard error in the mean differences” efecto del error estándar en la diferencia de medias. Se grafica MD vs SE (MD) en cada uno de los estudios.

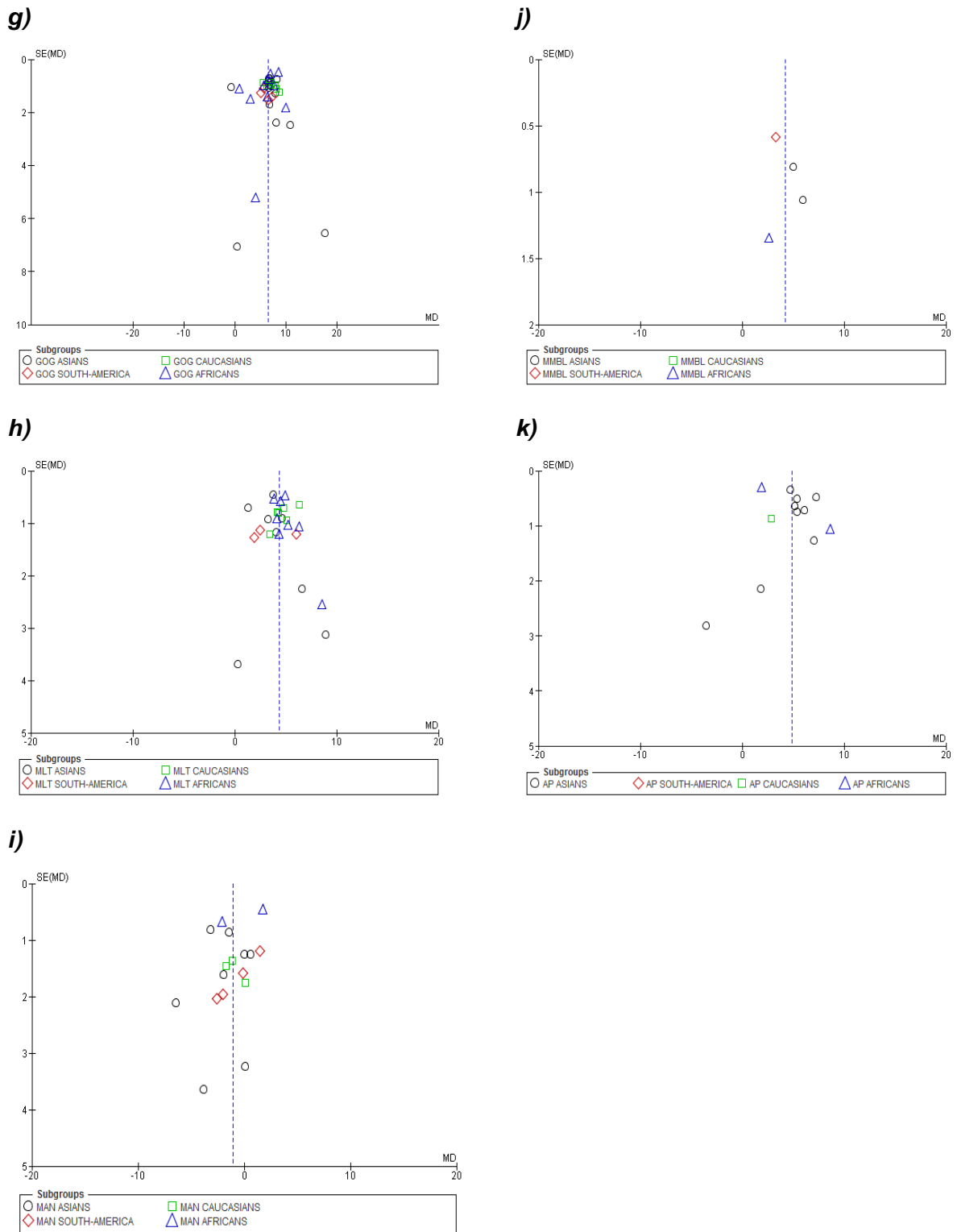


Fig. 92 Funnels plot para la variable g) GOG; h) MLT; i) MAN; j) MMBL; k) AP. **MD**; “mean difference” diferencia de medias de cada uno de los estudios. **SE (MD)**; “Standard error in the mean differences” efecto del error estándar en la diferencia de medias. Se grafica MD vs SE (MD) en cada uno de los estudios.

Por último habría que señalar que uno de los parámetros que podrían influir en la variabilidad de los resultados y, por tanto, en la heterogeneidad intragrupo e intergrupo podría ser el método de medición. Se ha creído conveniente obviar esta variable puesto que introduciría una mayor subdivisión grupal y, en consecuencia, un mayor sesgo metodológico. Asimismo se ha partido de la hipótesis de que el origen biogeográfico podría tener mayor repercusión en la variabilidad mandibular que la técnica de adquisición de datos. Sin embargo, se hace evidente un análisis posterior de la verdadera influencia e implicación en los resultados.

8.6. CONSIDERACIONES SOBRE LA CLASIFICACIÓN POR ÁRBOLES DE DECISIÓN

Se ha probado 4 algoritmos de clasificación mediante árboles de decisión: CHAID, CHAID exhaustivo, QUEST y CRT. Sin embargo al aplicar CHAID sobre los resultados de acuerdo con los criterios establecidos, no se obtuvieron árboles por lo que no se han presentado resultados al respecto. Esto ha podido ser debido al algoritmo en sí, más restrictivo que en los casos anteriores. Así se han obtenido:

- **72** árboles de decisión para el algoritmo CHAID exhaustivo.
- **94** árboles de decisión para el algoritmo QUEST.
- **116** árboles de decisión para el algoritmo CRT.

Parece ser que el algoritmo más restrictivo sigue siendo CHAID exhaustivo. Se han creado árboles de 2 y 3 ramas para cada una de las variables. Los árboles de 3 ramas tienen la ventaja de clasificar los individuos mejor (mejores porcentajes de clasificación) en las ramas laterales pero tienen el inconveniente de crear intervalos de medida – rama central – donde se clasifican individuos masculinos y femeninos en proporciones similares.

A continuación se muestra un resumen de los mejores porcentajes de clasificación:

Tabla 119. Mejores variables para la clasificación con árboles de decisión.

VARIABLE	% CORRECTOS	% CORRECTOS	ALGORITMO
	HOMBRES	MUJERES	
meanHML_L	92,4	70,4	CHAID EXHAUTIVO
meanGNI	92,9	75	
meanXRL_L	89,3	89,3	
meanXRL_R	80	77,8	
meanMRL_R	81	90	
meanCDL	81,5	84,6	
Ameshsquare	96,6	100	
Ameshvolume	88,5	76,9	
C1areamesh1BIS	100	100	
C1perimetermesh1BIS	92,9	75	
C2perimetermesh1BIS	91,7	79,2	
HML	80	87,5	
GOG4	92,9	82,6	
MLT	93,3	80	
Ameshsquare	76,6	74,1	QUEST
GOG	79,5	75,6	
WEIGHT1	81	81	
meanXRL_L	88,9	92,3	CRT
meanCDL	76,7	80	
Ameshsquare	80,7	75	
Ameshvolume	71,3	76,7	
C1perimetermesh1BIS	92,9	81,8	
C2perimetermesh1BIS	92,9	90	
HML	80	87,5	

En cuanto a los árboles de decisiones, parece ser que el **perímetro condilar** (C1perimetermesh1BIS y C2perimetermesh1BIS) y el **área total de la mandíbula** (Ameshsquare) son las variables más dimórficas, independientemente del algoritmo utilizado.

8.7. CONSIDERACIONES SOBRE LAS ECUACIONES DISCRIMINANTES OBTENIDAS EN LA PRESENTE TESIS Y SU COMPARACIÓN CON DATOS BIBLIOGRÁFICOS

De las 39 referencias bibliográficas seleccionadas de acuerdo a la búsqueda sistemática prácticamente en todas ellas se hace referencia a ecuaciones discriminantes para la resolución del dimorfismo sexual en mandíbula. Dos son los métodos principales de elaboración de ecuaciones discriminantes: univariante y multivariante. A su vez, el método multivariante se puede subdividir en directo, mediante la inclusión directa y forzada de las variables que influirán en el análisis discriminante y el método por pasos. Este último, a su vez, se dividirá en otros 2 métodos: hacia delante y hacia detrás dependiendo de si se parte de 0 variables y el método va añadiendo a la ecuación una por una las distintas variables hasta un determinado valor F de inclusión (hacia delante) o si se parte de todas las variables y se va eliminando una cada vez, también hasta un determinado valor de F de exclusión.

Por tanto, la comparación entre las distintas ecuaciones discriminantes está directamente influenciado por el método de análisis y por el valor F de inclusión y exclusión. Se debe señalar que en muchas publicaciones científicas, el valor F no aparece reflejado, con lo que la comparación de resultados se hace extremadamente difícil.

A modo informativo se han elaborado las siguientes Tablas donde se reflejan los porcentajes de clasificación correctos obtenidos por los distintos autores en la revisión sistemática y las correspondientes ecuaciones discriminantes. En las mismas se han incluido los valores obtenidos en la presente tesis para su fácil evaluación y comparación. Asimismo se presentan gráficas correspondientes a los porcentajes de acierto reflejados en las tablas para la comparación visual de los resultados.

8.7.1. Comparación de las ecuaciones discriminantes univariadas de medidas clásicas lineales

A continuación se presentan las tablas correspondientes a las principales variables de métrica lineal en mandíbula. Se han incluido los valores obtenidos en la presente tesis en los modelos digitalizados.

Tabla 120. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la anchura bicondilar (CDL).

Autor	Anchura bicondilar (CDL)			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	62,3	61		CDL1
Cáceres-Monllor (2018)	61	62,7		CDL2
Cáceres-Monllor (2018)	61	61		meanCDL
Lopez-Capp et al. (2018)	41,5	93,6	66	Bicondylar breadth (CDB)
Deng et al. (2017)	78,4	76,9	77,6	BC
Muñoz (2017)	65,5	65,5	65,5	$-20.578 + CDL * 0.183$
Muñoz (2017)	59,5	61,1	60,3	$-20.422 + CDL * 0.182$
Muñoz (2017)	70	73,7	71	$-20.944 + CDL * 0.186$
Sambhana et al. (2016)	70,3	57,8	64,1	Bicondylar breadth (BB)
Dong et al. (2015)	75	83,2	79,3	Bi-condylar breadth (BC)
Wankhede et al. (2015)			75,6	BB
Vinay et al. (2013)	71,39	63,54		Bicondylar breadth
Dayal et al. (2008)			69,2	CDL

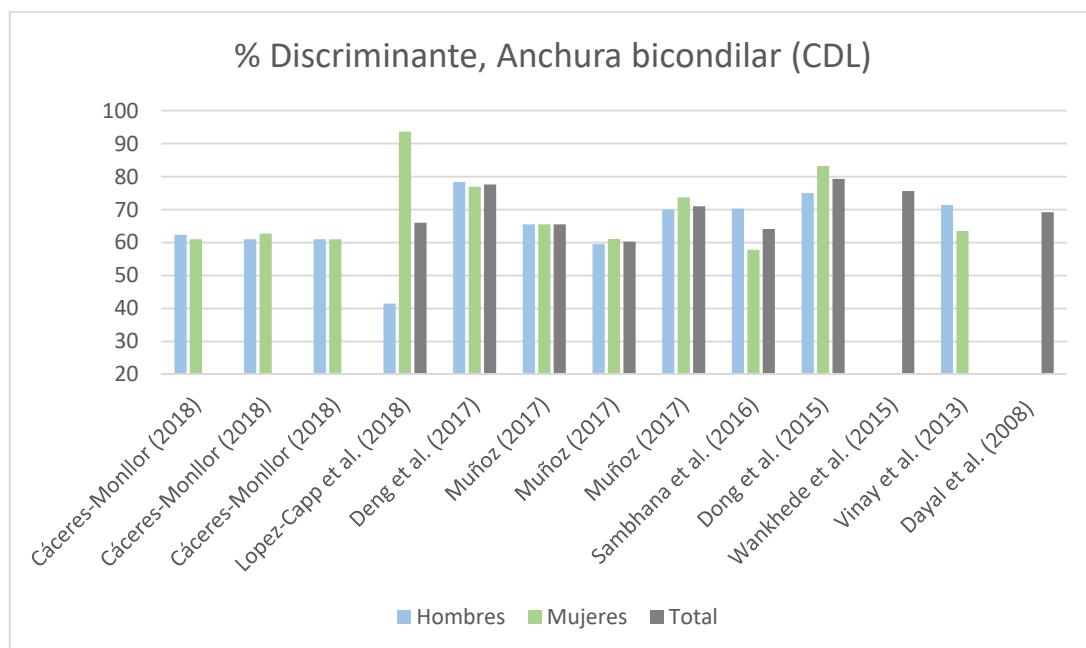


Fig. 93 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Anchura bicondilar (CDL).

Tabla 121. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la anchura bigoniaca (GOG).

Anchura bigoniaca (GOG)				
Autor	% Hombres	% Mujeres	% Total	Definiciones
Cáceres-Monllor (2018)	69,2	68,9		GOG1
Cáceres-Monllor (2018)	70,5	67,2		GOG2
Cáceres-Monllor (2018)	67,9	67,2		meanGOG
Lopez-Capp et al. (2018)	73,6	85,1	79	Bigonial breadth (BGB)
Deng et al. (2017)	73,9	69,4	71,7	BG
Muñoz (2017)	75,6	76,2	75,8	$-15.541 + GOG \cdot 0.164$
Muñoz (2017)	73,2	73,8	73,5	$-14.809 + GOG \cdot 0.156$
Muñoz (2017)	75,5	71,4	74,3	$-17.382 + GOG \cdot 0.184$
Sambhana et al. (2016)	66,1	57,8	62	Bigonial width (BGW)
Dong et al. (2015)	65,6	74,8	70,4	Bi-gonial breadth (BG)
Wankhede et al. (2015)			70,7	BGW
Kranioti et al. (2014)			71	Bigonial breadth
Vinay et al. (2013)	75,92	71,16		Bigonial breadth
Dayal et al. (2008)			73,3	Go-go
Franklin et al. (2008)			70,3	Bi-gonion breadth
Del Río (2000)	78,26	75	76,63	$F2 = 22.5811 - 0.2370 \cdot GOG$

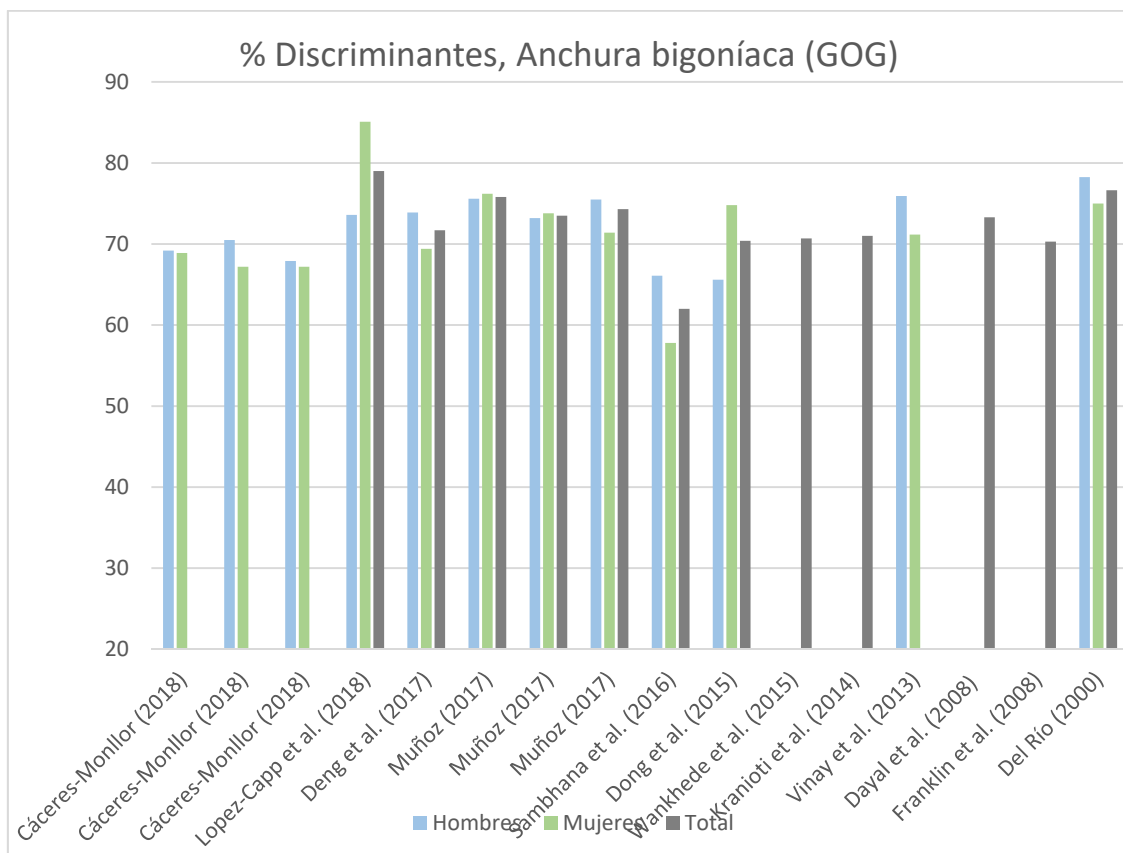


Fig. 94 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Anchura bigoniaca (GOG).

Tabla 122. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la altura máxima mandibular (HML).

Autor	Altura máxima mandibular HML			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	65,4	54,1		HML_L1
Cáceres-Monllor (2018)	66,7	57,4		HML_L2
Cáceres-Monllor (2018)	64,1	55,7		meanHML_L
Cáceres-Monllor (2018)	73,1	68,3		HML_R1
Cáceres-Monllor (2018)	71,8	66,7		HML_R2
Cáceres-Monllor (2018)	74,4	65		mean_HML_R
Lopez-Capp et al. (2018)	71,7	51,1	62	Right body height (HMBR)
Lopez-Capp et al. (2018)	77,4	55,3	67	Left body height (HMBI)
Muñoz (2017)	57,7	61,3	59	$-10.171 + HML \cdot 0.358$
Muñoz (2017)	66,7	75	70,8	$-11.704 + HML \cdot 0.407$
Muñoz (2017)	52,5	47,4	50,8	$-9.677 + HML \cdot 0.342$
Sambhana et al. (2016)	64,6	70,3	67,4	Mandibular body height (MBH)
Saini et al. (2013)			67,4	MBH

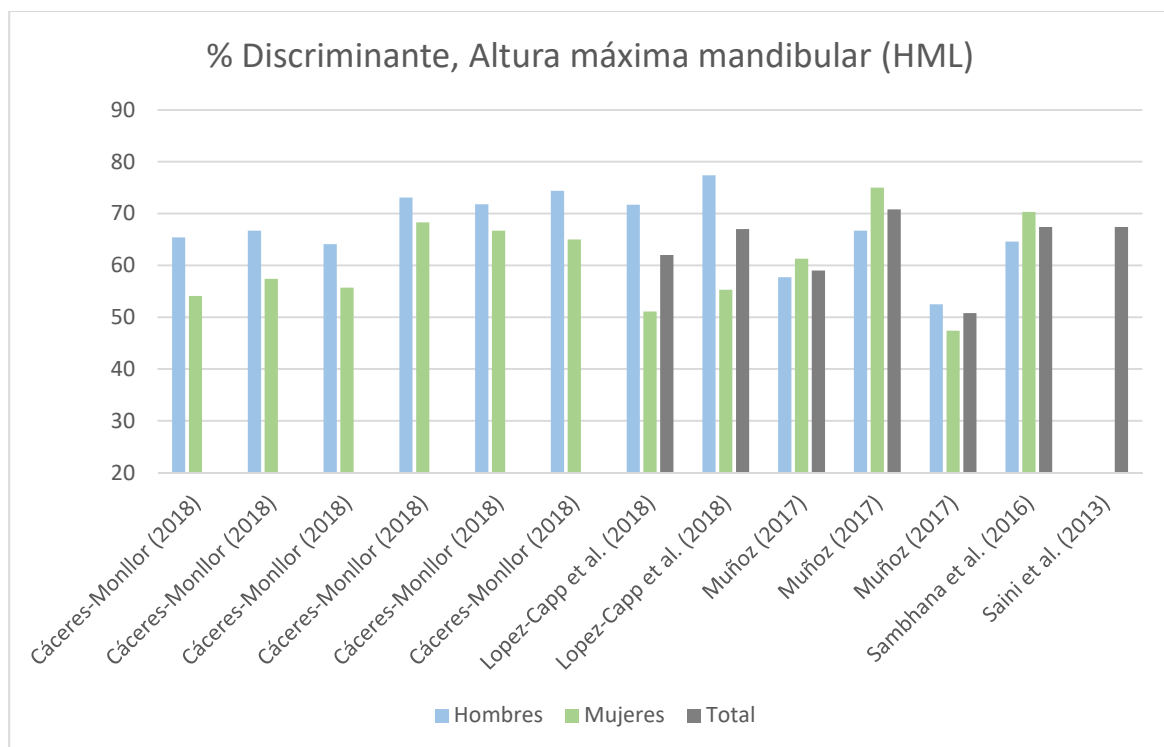


Fig. 95 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Altura máxima mandibular (HML).

Tabla 123. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la longitud máxima de rama (XRL).

Autor	Longitud máxima de rama (XRL)			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	60,3	71		XRL_L1
Cáceres-Monllor (2018)	60,3	69,4		XRL_L2
Cáceres-Monllor (2018)				meanXRL_L
Cáceres-Monllor (2018)	67,9	73,3		XRL_R1
Cáceres-Monllor (2018)	66,7	71,7		XRL_R2
Cáceres-Monllor (2018)	66,7	73,3		meanXRL_R
Lopez-Capp et al. (2018)	67,9	72,3	70	Right maximus ramus height (MRHr)
Lopez-Capp et al. (2018)	56,6	78,7	67	Left maximus ramus height (MRHI)
Muñoz (2017)	74,2	73,8	74,1	$-12.625 + XRL \cdot 0.210$
Muñoz (2017)	83,3	77,3	80,2	$-15.035 + XRL \cdot 0.249$
Muñoz (2017)	70,6	81	73,6	$-11.22 + XRL \cdot 0.188$
Sambhana et al. (2016)	72,4	68,8	70,6	Ramus height (RH)
Dong et al. (2015)	68,8	81,3	75,4	Maximus mandibular ramus height Maximum ramus vertical height
Lin et al. (2014)	69,2	80	74,6	(MRVH)
Lin et al. (2014)	75	79,2	77,1	Upper ramus vertical height (URVH)
Franklin et al. (2008)			73,8	Ramus height
Franklin (2006)			87,5	Ramus height
Del Río (2000)	83,33	84,21	83,77	$F1 = 28.4423 - 0.4776 \cdot XRL$

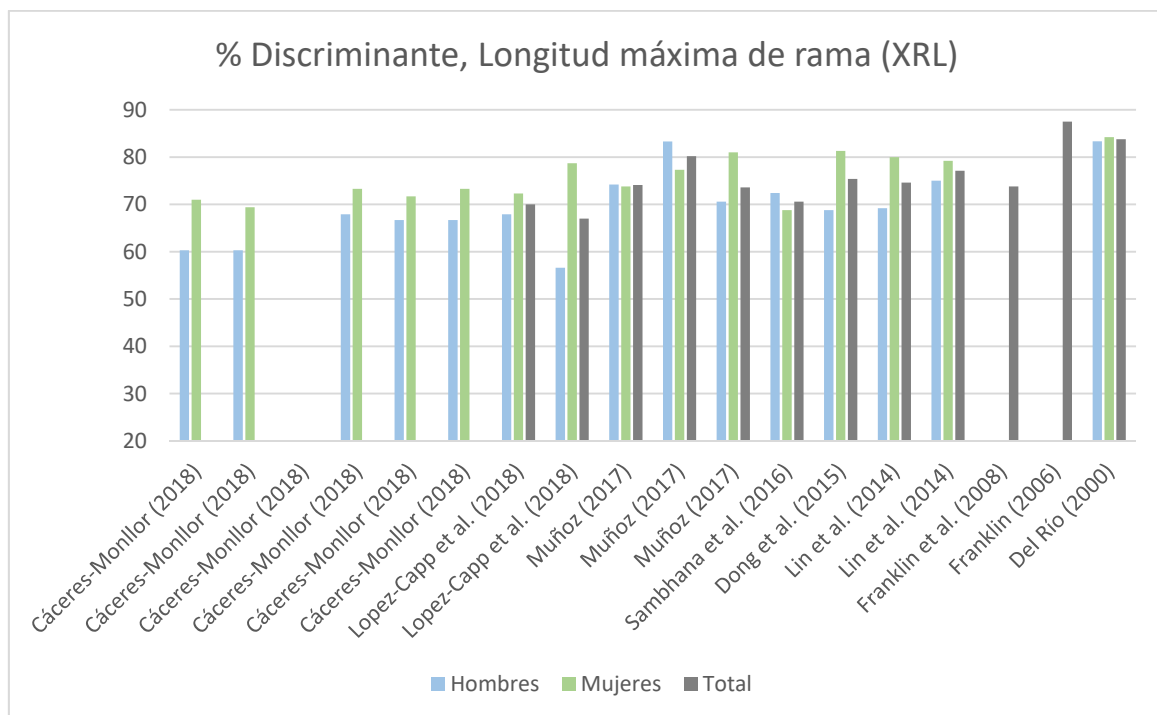


Fig. 96 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Altura máxima mandibular (XRL).

Tabla 124. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la altura de la barbilla (GNI).

Autor	Altura de la barbilla (GNI)			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	70,5	59,7		GNI_1
Cáceres-Monllor (2018)	70,5	62,9		GNI_2
Cáceres-Monllor (2018)	70,5	61,3		meanGNI
Muñoz (2017)	65,5	63,3	64,7	$-10.344 + \text{GNI} \cdot 0.337$
Muñoz (2017)	80	63,6	73,1	$-11.412 + \text{GNI} \cdot 0.368$
Muñoz (2017)	60	63,2	61	$-9.913 + \text{GNI} \cdot 0.324$

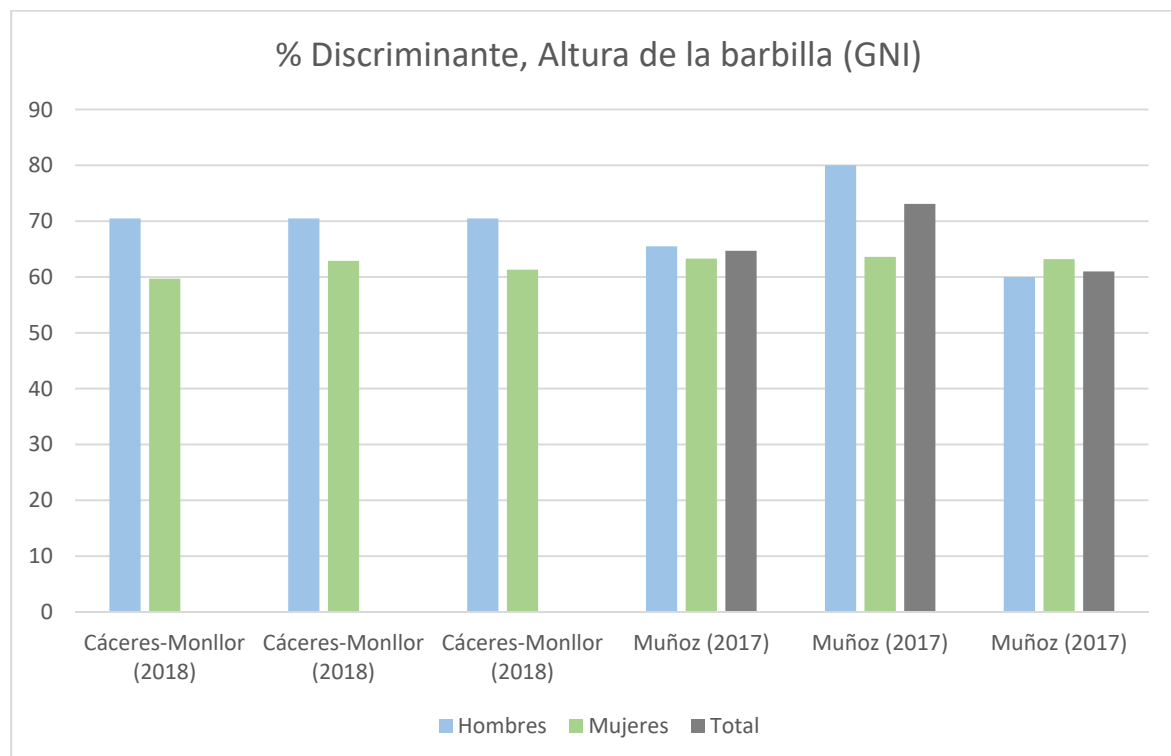


Fig. 97 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Altura de la barbilla (GNI).

Tabla 125. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la anchura de rama mandibular (MRL).

Autor	Anchura de la rama mandibular (MRL)			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	64,2	64,1		MRL_L1
Cáceres-Monllor (2018)	66	61,5		MRL_L2
Cáceres-Monllor (2018)	66	61,5		meanMRL_L
Cáceres-Monllor (2018)	72,9	66		MRL_R1
Cáceres-Monllor (2018)	74,6	63,8		MRL_R2
Cáceres-Monllor (2018)	74,6	63,8		meanMRL_R
Lopez-Capp et al. (2018)	54,7	70,2	62	Minimum ramus breadth (MRB)
Lopez-Capp et al. (2018)	60,4	46,8	54	Maximus ramus breadth (MARB)
Muñoz (2017)	66,7	66,2	66,5	$-10.768 + WRLd*0.365$
Muñoz (2017)	66,3	67,2	66,7	$-10.504 + WRLi*0.357$
Muñoz (2017)	60,4	60,3	60,4	$-10.618 + MRLd*0.267$
Muñoz (2017)	66,3	65,7	66	$-11.748 + MRLi*0.295$
Muñoz (2017)	70	65,9	67,9	$-10.441 + WRLd*0.354$
Muñoz (2017)	73,2	69,6	71,3	$-10.443 + WRLi*0.355$
Muñoz (2017)	55	61,9	58,5	$-10.096 + MRLd*0.252$
Muñoz (2017)	65,8	65,2	65,5	$-11.699 + MRLi*0.291$
Muñoz (2017)	66	76,2	69	$-11.100 + WRLd*0.375$
Muñoz (2017)	66,7	66,7	66,7	$-10.661 + WRLi*0.364$
Muñoz (2017)	62,7	61,9	62,5	$-11.531 + MRLd*0.291$
Muñoz (2017)	70,6	66,7	65,4	$-12.274 + MRLi*0.311$
Sambhana et al. (2016)	57,8	63,5	60,7	Minimum Ramus Breadth (MinRB)
Sambhana et al. (2016)	53,6	57,3	55,5	Maximus Ramus Breadth (MaxRB)
Dong et al. (2015)	69,8	77,6	73,9	Maximum mandibular ramus breadth
Dong et al. (2015)	78,1	86	82,3	Maximum mandibular length
Wankhede et al. (2015)			80,5	MinRB
Saini et al. (2013)			65,3	MaxRB
Saini et al. (2013)			63,2	MinRB

Tabla 126. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente al ángulo mandibular (MAN).

Autor	Ángulo mandibular (MAN)			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Lopez-Capp et al. (2018)	79,2	25,5	54	Mandibular angle right (Mar)
Lopez-Capp et al. (2018)	52,8	63,8	58	Left mandibular angle (Mal)
Sambhana et al. (2016)	52,6	50,5	51,6	Gonial angle (GA)
Dong et al. (2015)	60,4	61,7	61,1	Mandibular angle (MDA)
Lin et al. (2014)	48,3	52,5	50,4	Mandible angle (MA)
Lin et al. (2014)	52,5	58,3	55,4	Upper mandibular flexure angle
Lin et al. (2014)	55,8	46,7	51,3	Mandibular flexure angle (MFA)

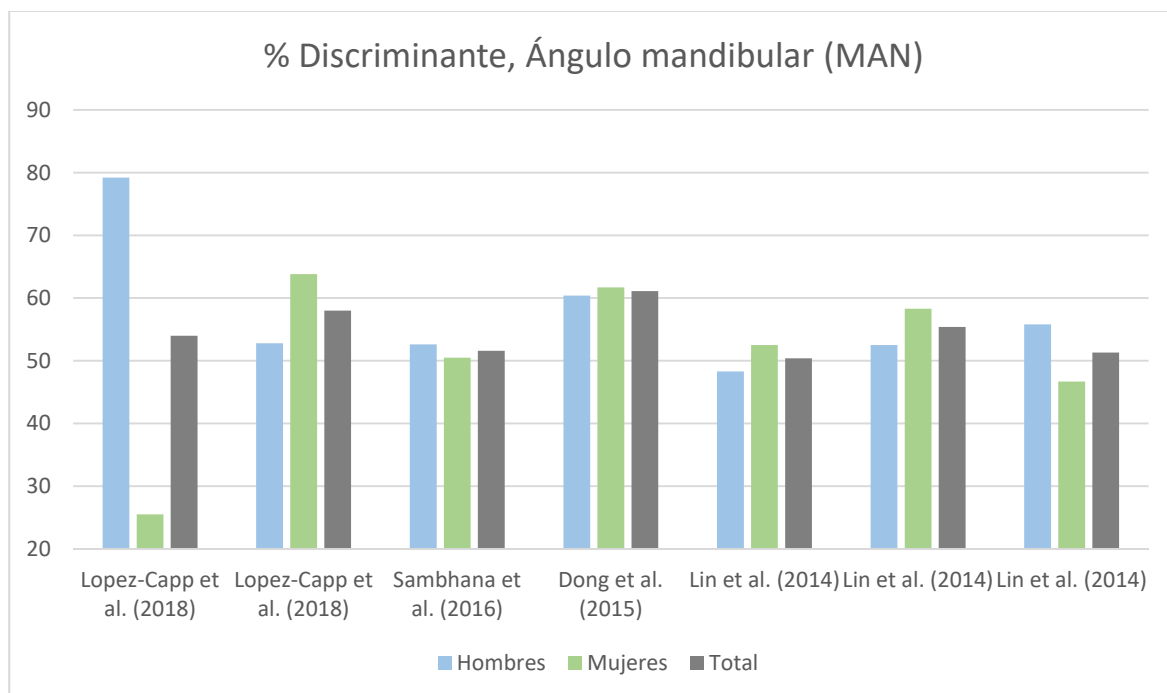


Fig. 99 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para el Ángulo mandibular (MAN).

Tabla 127. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la altura coronoide (AP).

Autor	Altura coronoide			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	66,7	65,9		AP_L1
Cáceres-Monllor (2018)	74,1	66,7		AP_L2
Cáceres-Monllor (2018)	70,4	65,9		meanAP_L
Cáceres-Monllor (2018)	68,3	73,9		AP_R1
Cáceres-Monllor (2018)	66,7	76,1		AP_R2
Cáceres-Monllor (2018)	68,3	73,9		meanAP_R
Sambhana et al. (2016)	75,5	74	74,7	Coronoid heigth (CrH)
Franklin et al. (2008)			73,3	Coronoid height
Franklin (2006)			87,5	Coronoid height

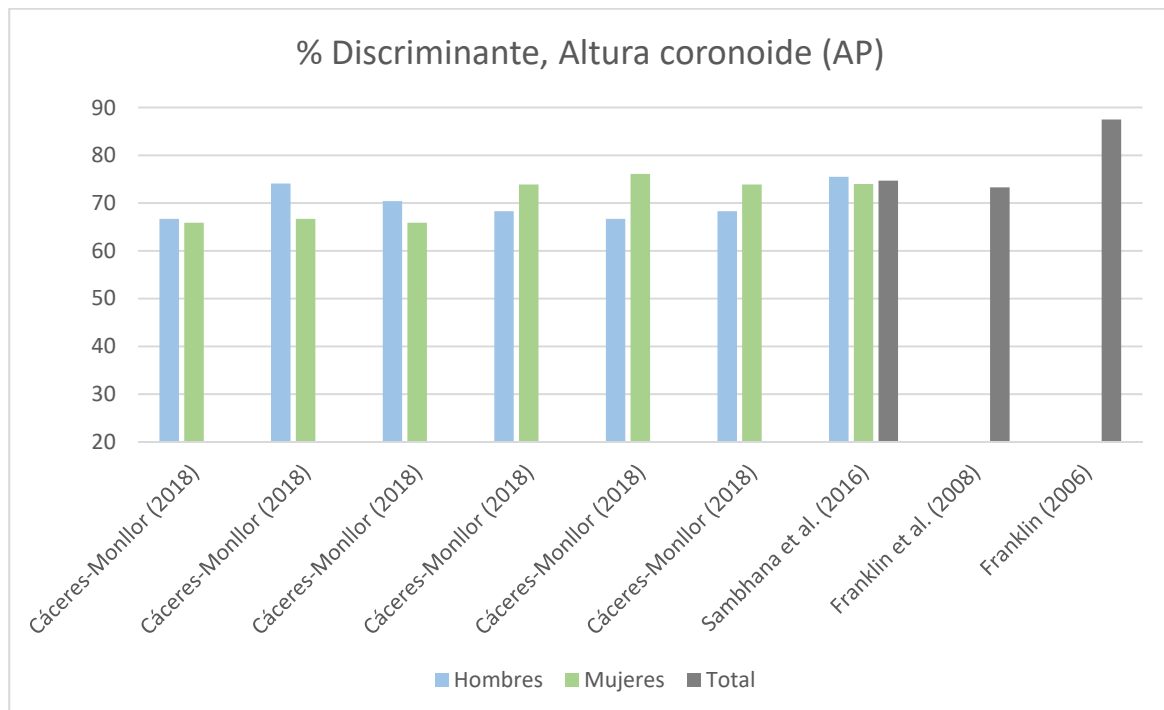


Fig. 100 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para el Altura coronoide (AP).

Tabla 128. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente al grosor del cuerpo mandibular (TML).

Autor	Grosor del cuerpo mandibular (TML)			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Cáceres-Monllor (2018)	55,1	62,3		TML_L1
Cáceres-Monllor (2018)	60,3	55,7		TML_L2
Cáceres-Monllor (2018)	60,3	57,4		meanTML_L
Cáceres-Monllor (2018)	53,8	60		TML_R1
Cáceres-Monllor (2018)	60,3	55,7		TML_R2
Cáceres-Monllor (2018)	53,8	61,7		meanTML_R
Lopez-Capp et al. (2018)	47,02	66	56	Body thickness at right mental foramen (BMBr)
Lopez-Capp et al. (2018)	41,5	57,4	49	Body thickness at left mental foramen (BMBl)

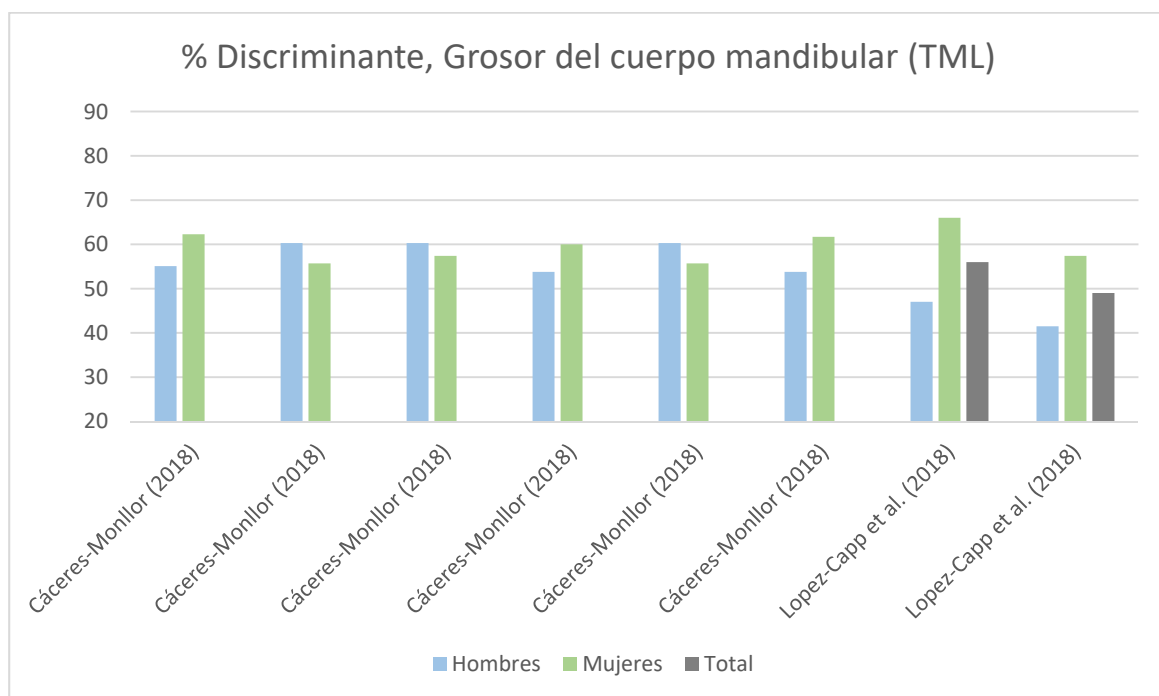


Fig. 101 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para el Grosor del cuerpo mandibular (TML).

Tabla 129. Comparación de correcta clasificación en fórmula discriminante referente a la máxima longitud mandibular.

Autor	Máxima longitud mandibular			Definiciones
	% Hombres	% Mujeres	% Total	
Lopez-Capp et al. (2018)	56,6	44,7	51	Maximum mandibular length
Muñoz (2017)	66,3	78,5	71,3	$-15.959 + MLT \cdot 0.219$
Muñoz (2017)	59,5	75	67,4	$-15.870 + MLT \cdot 0.222$
Muñoz (2017)	72	76,2	73,2	$-16.856 + MLT \cdot 0.226$
Dong et al. (2015)	78,1	86	82,3	Maximum mandibular length (MDL)
Franklin et al. (2008)			77,3	Maximum mandible length
Franklin (2006)			82,5	Max. Mandible length

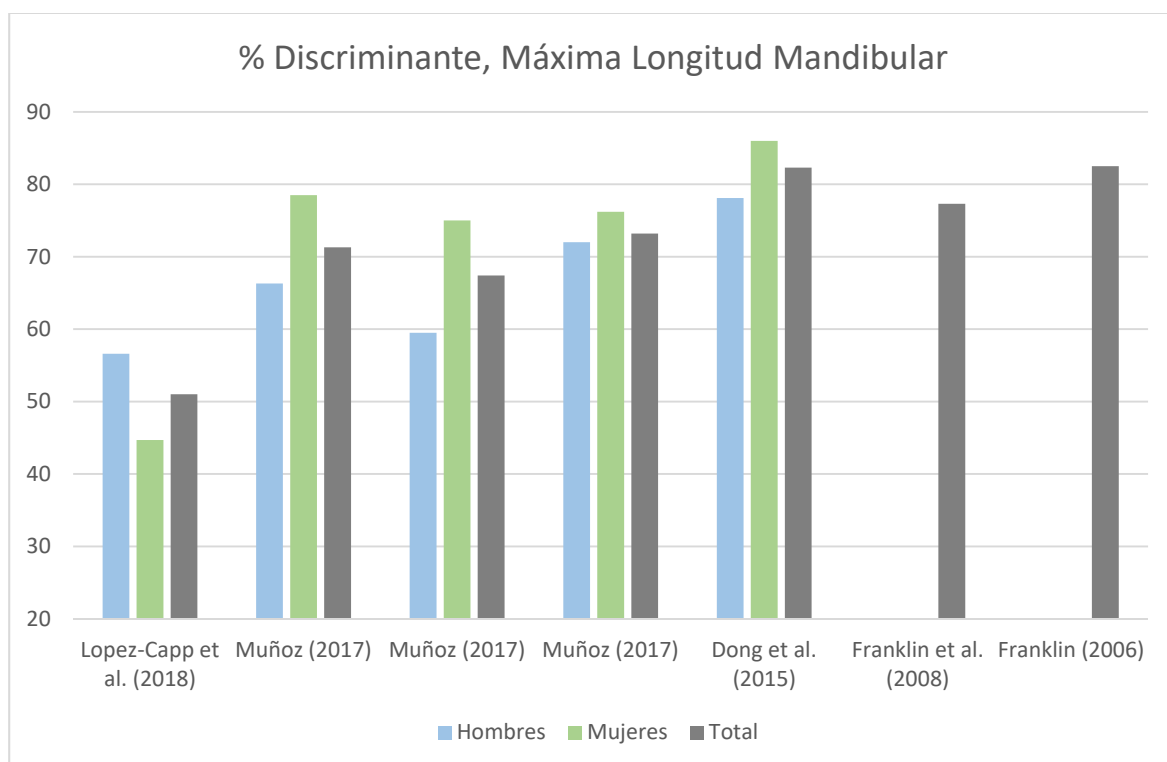


Fig. 102 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante univariante para la Máxima longitud mandibular.

En todos los casos analizados, los porcentajes de acierto obtenidos para las variables analizadas en la presente tesis son similares y comparables a los recogidos por los diferentes autores. Es necesario señalar que la técnica volumétrica utilizada es novedosa y única. Sin embargo, otra vez sigue observándose diferencias entre las distintas en cuanto al porcentaje de acierto de determinación del sexo por lo que, se recalca nuevamente, la necesidad de normalización en la definición de la medida, la técnica utilizada y aprendizaje de los investigadores.

8.7.2. Comparación de las ecuaciones discriminantes multivariantes

En la Figura 104 se muestra las proporciones de correcta clasificación tanto para hombres como mujeres y el total de correcta asignación que se obtienen al utilizar ecuaciones discriminantes multivariadas. Los resultados se refieren tanto a ecuaciones de método directo, como stepwise. Se han incluido los valores obtenidos en la presente tesis en los modelos digitalizados.

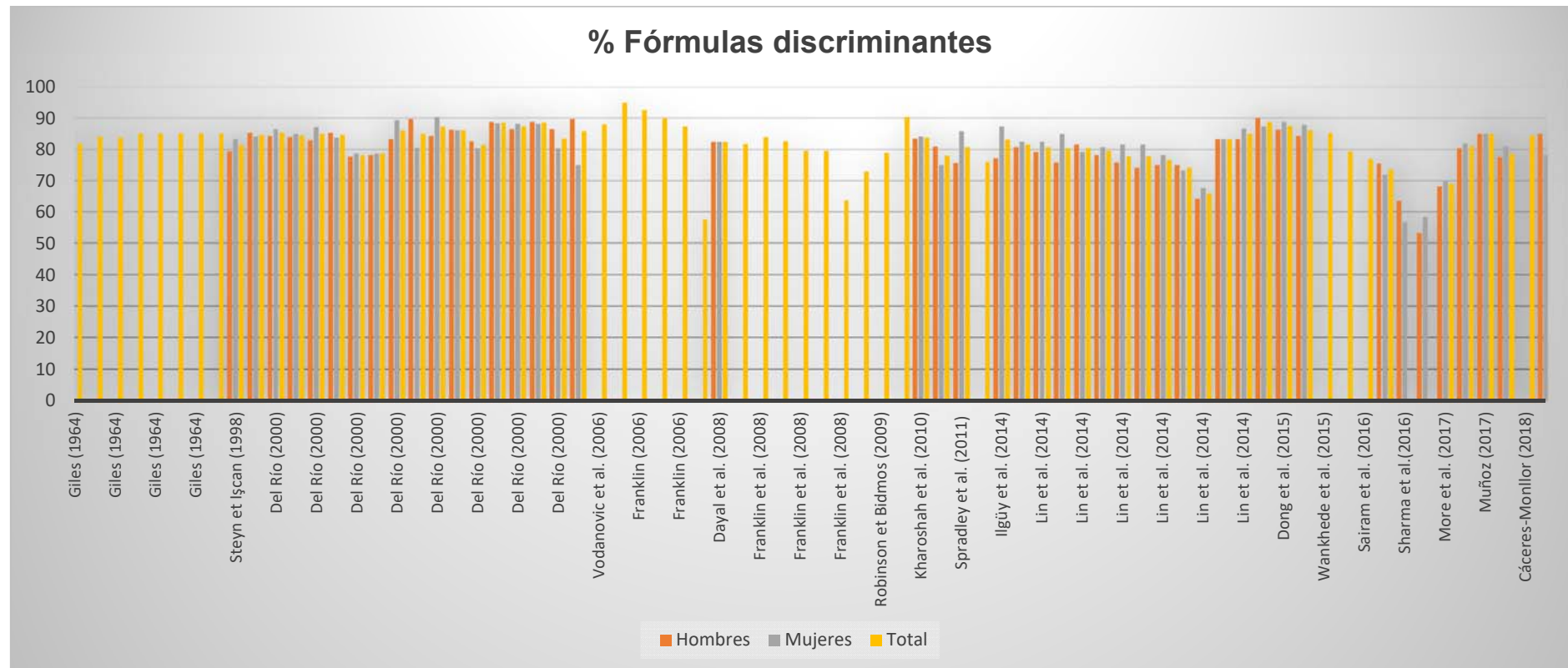


Fig. 103 Representación gráfica de las proporciones de correcta asignación por fórmula discriminante multivariante en población actual entre 1964-2018.

En la siguiente tabla se detallan todos los detalles sobre las ecuaciones discriminantes multivariantes obtenidas únicamente con variables mandibulares clásicas lineales que se han encontrado en la literatura tras una revisión sistemática de la misma.

Tabla 130. Revisión sistemática y detalle de ecuaciones discriminantes multivariantes.

Autores	% Hombres	% Mujeres	% Total	Método	Ecuación
Cáceres-Monllor (2018) las dos colecciones			84,6	Stepwise	WEIGHT3, THICK, GNI4
	85	78,3	82,1	Stepwise	meanHML_R, meanXRL_L, meanAP_R
Kartheeki et al. (2018)	76	84,1	80,4	N. S.	Hombres: 143.277 + 0.805 (maximum ramus width) +0.538·(minimum ramus width) +3.532 (condylar height) – 1.294·(projective height of ramus) +0.833 (coronoid height) Mujeres: 121.646 + 0.858 (maximum ramus width)+0.666 (minimum ramus width) +3.21 (condylar height) – 1.159 (projective height of ramus) +0.636 (coronoid height).
More et al. (2017)	68	70	69	N. S.	Hombres: -117.875 + 0.274(Minimum breadth) + 2.020(Maximum breadth) + 1.650(Maximum height) + 0.161(Projective height) + 0.425(Coronoid height). Section point = 0.507 Mujeres: -103.367 + 0.243(Minimum breadth) + 1.902(Maximum breadth) + 1.627(Maximum height) + 0.058(Projective height) + 0.401(Coronoid height). Section point = -0.507
Muñoz (2017) las dos colecciones	80,5	82,0	81,1	Stepwise	-25.704 + XRL*0.108 + GOG*0.127 + MLT*0.107
Muñoz (2017) colección ALC	85,0	85,0	85,0	Stepwise	-19.999 + XRL*0.186 + GOG*0.092
Muñoz (2017) colección ACC	77,6	81,0	78,6	Stepwise	-20.156 + XRL*0.142 + GOG*0.124
Sairam et al. (2016)			79,5 l. derecho, 77 l. izquierdo	Directo	Hombres (lado derecho): -175.6300 + 2.3680(MxRB) + 0.2560(MiRB) + 2.0640(CH) + 0.6130(PHTR) +1.4520(CoH) Hombres (lado izquierdo): -157.4930 + 1.4510(MxRB) + 1.3930(MiRB) + 2.4600(CH) + 0.0870(PHTR) + 0.9840(CoH) Mujeres (lado derecho): -148.0750 + 2.2010(MxRB) + 0.1890(MiRB) + 2.2130(CH) + 0.1930(PHTR) + 1.3830(CoH) Mujeres (lado izquierdo): -132.5450 + 1.3910(MxRB) + 1.3680(MiRB) + 2.2900(CH) – 0.0340(PHTR) + 0.9100(CoH)

Tabla 130 (continuación). Revisión sistemática y detalle de ecuaciones discriminantes sistemáticas.

Autores	% Hombres	% Mujeres	% Total	Método	Ecuación
Sambhana et al. (2016)	75.50	71.90	73.70	Directo	MinRB, MaxRB, Mandible length, BB, MI, RH, MBH, GA, BGW, CrH
Sharma et al.(2016)	63.5 adult 53.3 elderly	56.7 adult 58.3 elderly		N.S.	F(1) = -472.687 + 1.048(L) + 1.378(HL) + 6.258 (MRB) + 4.567(angle) F(2) = -454.313 + .670(L) + 1.561(HL) + 6.183(MRB) + 4.567(angle) F(3) = -459.324 + .898(L) + 1.760(HL) + 5.560(MRB) + 4.449(angle) F(4) = -448.483 + .845(L) + 1.639(HL) + 5.411(MRB) + 4.546(angle)
Dong et al. (2015)	86.5	88.8	87.7	Directo	BC, BG, BA, BM, DMI, MRB, MDL, MRH, MBL, MDA
Dong et al. (2015)	84.4	87.9	86.2	Stepwise	BC, MDL, MRH
Wankhede et al. (2015)			85.4	N.S.	10 variables (no especifica las variables en la publicación)
Lin et al. (2014)	80.80	82.50	81.70	Bivariante	F1: -14.908 + MRVH*1.187 + MFUB*0.192
	79.20	82.50	80.80	Bivariante	F2: -19.407 + MRVH*0.201 + MARB*0.185
	75.80	85.00	80.40	Bivariante	F3: -17.822 + MIRB*0.213 + MRVH*0.188
	81.70	79.20	80.40	Bivariante	F4: -17.688 + URVH*0.303 + MIRB*0.254
	78.30	80.80	79.60	Bivariante	F5: -12.656 + URVH*0.222 + MRVH*0.115
	75.80	81.70	78.80	Bivariante	F6: -18.168 + MIRB*0.33 + MFUB*0.266
	74.20	81.70	77.90	Bivariante	F7: -16.017 + URVH*0.304 + MARB*0.16
	75.00	78.30	76.70	Bivariante	F8: -10.078 +URVH*0.332 + MFUB*0.022
	75.00	73.30	74.20	Bivariante	F9: -13.88 + MFUB*0.237 + MARB*0.178
	64.2	67.50	65.80	Bivariante	F10: -16.205 + MIRB*0.291 + MARB*0.13
	83.3	83.3	83.3	Stepwise	F11: -20.652 + MIRB*0.210 + MARB*0.018 + MFUB*0.142 + MRVH*0.118 + URVH*0.086
	83.3	86.7	85.0	Stepwise	F12: -21.034 + MIRB*0.226 + MFUB*0.201 + MRVH*0.149
	90.0	87.5	88.8	Stepwise	F13: -39.985 + MIRB*0.205 + MFUB*0.132 + MRVH*0.268 + MA*0.120
Indira et al. (2012)			76	N.S.	MaxRB, MinRB,Condylar heigth, Projective heigth of ramus, CrH

Tabla 130 (continuación). Revisión sistemática y detalle de ecuaciones discriminantes sistemáticas.

Autores	% Hombres	% Mujeres	% Total	Método	Ecuación
Spradley et al. (2011) American black	81.03	75.00	78.02	STEPDISC en SAS (stepwise)	$(0.13874 * \text{bigonial width}) + (0.19311 * \text{bicondylar breadth}) - 34.6986$. Section point is 0
Spradley et al. (2011) American White	75.68	85.92	80.80	STEPDISC en SAS (stepwise)	$(0.15798 * \text{máximum ramus height}) + (0.21951 * \text{bigonial width}) + (0.06335 * \text{mandibular length}) - 35.0107$. Section point is 0
Kharoshah et al. (2010)	83.6	84.2	83.9	Stepwise	Bicondylar breadth (Bic-Br), Gonial angle (G-angle), Minimum ramus breadth (M-Ramus-Br), Ramus length (Ramus-L)
Robinson et Bidmos (2009)			73.0 c. Dart (año 1923) 78.9 c. Pretoria (año 1943) 90.9 c. Cape (1980s)	N.S.	Bicondylar breadth (BCB); Bigonial breadth (BGB); Minimum ramus breadth (MINRB); Gonion-gnation length (GGL); Total mandibular length (TML) Utiliza la misma fórmula que Steyn e Isçan (1998) $0.59(\text{Bigonial breadth}) + 0.62(\text{Total mandible 1}) + 0.20(\text{Bicondylar br.}) + 0.44(\text{Min ramus br.}) - 0.39(\text{Gonion-gnathion})$ Section point: 0.03658
Dayal et al. (2008)	82.5	82.5	82.5	Directo	Kdl-kdl, Go-go, Rh, Rb, MI, Go-gn
Franklin et al. (2008)			84	Directo	F1: $(rh * 0.095) + (h * 0.059) + (crh * 0.080) + (gogo * 0.050) + (w * -0.0045) + (cocr * 0)$ rh: ramus height; h: symphysis height; crh: coronoid height; gogo: bi-gonion breadth w: bicondylar breadth; syb: symphysis breadth; cocr: bi-coronoid breadth; cl: corpus length; ml: máximum mandible length
Franklin (2006)	N.A.	N.A.	92.5	Stepwise	F1: $-34.211 + crh * 0.256 + ml * 0.163$
	N.A.	N.A.	95	Directo	F2: $(rh * 0.049) + (h * 0.013) + (crh * 0.170) + (gogo * 0.058) + (w * 0.001) + (syb * 0.020) + (cocr * 0.078) + (b * -0.062) + (ml * 0.204) + (nl * -0.107) - 41.04$
	N.A.	N.A.	92.5	Directo	F3: $(rh * 0.059) + (crh * 0.193) + (cocr * 0.074) + (ml * 0.131) - 36.801$
	N.A.	N.A.	90	Directo	F4: $(rh * 0.021) + (h * 0.026) + (crh * 0.225) + (b * -0.029) + (m * .191) + (nl * -0.068)$
	N.A.	N.A.	87.5	Directo	F5: $(rh * 0.099) + (crh * 0.214) + (nl * -0.003) - 17.747$
	N.A.	N.A.	57.5	Directo	F6: $(h * 0.329) + (syb * 0.135) - 13.098$
Vodanovic et al. (2006)			88.2	N.S.	MBL, GA, MinRB

Tabla 130 (continuación). Revisión sistemática y detalle de ecuaciones discriminantes sistemáticas.

Autores	% Hombres	% Mujeres	% Total	Método	Ecuación
Rosique et al. (2004)	89.6	75.0	85.9	Stepwise	F2 = 0.11*alsinfi + 0.11almarasi + 0.09anbicon -16.10 Pto de corte = 0.001 Almarasi: altura máxima de la rama ascendente izquierda Altsinfi: altura sinfisaria Almarasd: altura máxima de la rama ascendente derecha Anbicon: anchura bicondilar Anmirasd: anchura mínima de la rama ascendente derecha Anmirasi: anchura mínima de la rama ascendente izquierda
Steyn et Işcan (1998)	79.5	83.3	81.5	Stepwise	0.59(Bigonial breadth) + 0.62(Total mandible 1) + 0.20(Bicondylar br.) + 0.44(Min ramus br.) - 0.39(Gonion-gnathion). Section point: 0.03658
			82.7	Directo	F2: (crh*0.141) + (gogo*0.067) + (ml*-0.069) + (cl*0.042) - 25.876
			79.6	Directo	F3: (rh*0.091) + (h*0.068) + (crh*0.112) + (cl*0.120) + (ml*-0.005) - 23.381
			79.6	Directo	F4: (rh*0.104) + (crh*0.155) - 14.243
			63.6	Directo	F5: (h*0.272) + (syb*0.320) - 15.016
Del Río (2000)	85.42	84.21	84.81	N.S.	F3 = 45.2377 - 0.5517*XRL - 0.0993*MAN
	84.44	86.54	85.49	N.S.	F4 = 46.9612 - 0.2105*GOG - 0.4506*XRL
	84.09	85.11	84.60	N.S.	F5 = 43.5917 - 0.1275*CDL - 0.4893*XRL
	82.98	87.27	85.13	N.S.	F6 = 42.2605 - 0.2977*MRL - 0.4970*XRL
	85.42	83.93	84.67	N.S.	F7 = 36.4997 - 0.3169*WRL - 0.4577*XRL
	77.78	78.85	78.31	N.S.	F8 = 31.4264 - 0.2193*GOG - 0.3612*WRL
	78.26	78.85	78.55	N.S.	F9 = 36.7023 - 0.2316*GOG - 0.2316*MLT
	83.33	89.29	86.31	N.S.	F10 = 65.8607 - 0.5663*XRL - 0.1563*MAN - 0.4341*WRL
	89.58	80.70	85.14	N.S.	F11 = 58.4932 - 0.5176*XRL - 0.1314*MAN - 0.15888*MLT
	84.44	90.38	87.41	N.S.	F12 = 53.7383 - 0.4313*XRL - 0.1997*GOG - 0.3071*WRL

Tabla 130 (continuación). Revisión sistemática y detalle de ecuaciones discriminantes sistemáticas.

Autores	% Hombres	% Mujeres	% Total	Método	Ecuación
Del Río (2000) colección ALC	86.36	86.27	86.32	N.S.	F13 = 47.1416 – 0.4132*XRL – 0.2062*GOG – 0.1110*HML2
	82.61	80.39	81.50	N.S.	F14 = 40.6170 – 0.2252*GOG – 0.1846*HML – 0.2020*MLT
	88.89	88.46	88.68	N.S.	F15 = 67.9785 – 0.5010*XRL – 0.1628*GOG – 0.3831*WRL – 0.0913*MAL
	86.67	88.24	87.45	N.S.	F16 = 53.2617 – 0.4080*XRL – 0.1985*GOG – 0.2686*WRL – 0.0825*HML
	88.89	88.24	88.56	N.S.	F17 = 54.7553 – 0.3776*XRL – 0.2056*GOG – 0.1242*HML – 0.1321*MLT
	86.67	80.39	83.53	N.S.	F18 = 40.3151 – 0.2189*GOG – 0.1644*HML – 0.1616*MLT – 0.1269*WRL
Giles (1964) blancos			82.0	N.S.	F1: (1.390*Mandibular symphysis height) + (2.304*Mandibular ramus height) + (1.000*Bigonial diameter) Sectioning point = 287.43
Giles (1964) negros			84.3	N.S.	F2: (1.065*Mandibular symphysis height) + (2.105*Mandibular ramus height) + (1.000*Bigonial diameter). Sectioning point = 265.74
Giles (1964) blancos y negros			83.8	N.S.	F3: (1.000*Mandibular symphysis height) + (2.075*Mandibular ramus height) + (1.003*Bigonial diameter). Sectioning point = 261.83
Giles (1964) blancos			85.2	N.S.	F4: (22.206*Mandibular symphysis height) - (30.265*Mandibular body height) + (1.000*Body length). Sectioning point = 1906.05
Giles (1964) negros			85.3	N.S.	F5: (2.020*Mandibular symphysis height) - (2.292*Mandibular body height) + (2.606*Body length). Sectioning point = 549.82
Giles (1964) blancos y negros				N.S.	F6: (1.510*Mandibular symphysis height) - (1.895*Mandibular body height) + (1.038*Body length) Sectioning point = 357.23
			85.2	N.S.	F7: (2.862*Mandibular symphysis height) + (2.540*Mandibular body length) – (1.000*Mandibular body thickness) – (5.954*Mandibular ramus minimum breadth) + (1.483*Mandibular ramus maximum breadth) + (5.172*Mandibular ramus height) Sectioning point = 524.79
			85.3	N.S.	F8: (3.892*Mandibular symphysis height) + (10.568*Mandibular body length) – (9.027*Mandibular body thickness) – (3.270*Mandibular ramus minimum breadth) + (1.000*Mandibular ramus maximum breadth) + (10.486*Mandibular ramus height) Sectioning point = 1628.79

En el caso de Ogawa et al (2013) [65] las funciones discriminantes multivariantes que se describen, contienen variables que pertenecen a cráneo y mandíbula por lo que no se han incluido dichas variables en la tabla anterior. Como puede apreciarse, tanto en el caso de las funciones discriminantes univariantes como multivariantes, los resultados obtenidos en la presente tesis para la métrica clásica en modelos tridimensionales, se comportan de forma análoga a los recogidos en la literatura, con porcentajes de correcta asignación similares tanto para el género masculino como el femenino.

8.7.3. Consideraciones sobre ecuaciones discriminantes univariadas y multivariantes de variables volumétricas

No se ha podido realizar comparaciones de ecuaciones discriminantes con la métrica volumétrica al no haberse encontrado artículos científicos que hayan investigado sobre este tema. Luz Victoria Mendoza (2018) [111], como se ha comentado anteriormente no encuentra diferencias significativas de variables volumétricas condilares entre ambos sexos (única variable volumétrica que estudia) aunque sugiere que puede haber una tendencia a ser mayor en el género masculino que en el femenino.

8.8. CONSIDERACIONES SOBRE LAS CURVAS ROC OBTENIDAS EN LA PRESENTE TESIS Y SU COMPARACIÓN CON DATOS BIBLIOGRÁFICOS

El estudio del dimorfismo sexual en mandíbula a través de las curvas ROC ha sido utilizado recientemente. Son muy pocos los trabajos encontrados al respecto. Destacan los publicados por Kano (2015) [83] y Lopez et al. (2017) [88]. En la **Tabla 131**, se detallan los resultados encontrados por ambos estudios y se comparan con el mejor resultado de tecnología 3D obtenido en la presente tesis para la curva ROC.

Tabla 131. Revisión sistemática de artículos que han utilizado las curvas ROC para la determinación del dimorfismo sexual.

Autores	% Hombres	% Mujeres	Variable
Cáceres Monllor (2018)	80.4	73.5	meanAP_R
Lopez et al. (2017)	75.00	85.18	Maximus ramus height, left (XRL_L)
Kano (2015)	81.8	88.9	Oblique length
	74.5	88.9	Ratio of the angle formed by bilateral gn-cdl lines (Agn-cdl)
	74.5	88.9	Bicondylar breadth (cdl-cdl)
	78.1	84.4	Oblique triangular area formed by bilateral gn-cdl and cdl-cdl lines (Δ obl)

Como puede apreciarse, los valores máximos alcanzados son ligeramente inferiores a los otros 2 estudios. López et al. (2017) [88] determina las medidas mandibulares a partir de imágenes 3D a partir de tomografía computerizada que proporciona mayor resolución de las estructuras comparado con los modelos 3D obtenidos por escáner. Dichas medidas las compara con las ofrecidas por un nuevo equipamiento estabilizador acoplado a calibre digital y sujeto a registro de patente (National Institute of Industrial Property in Brazil (INPI), BR 10 2013 003270-0) que proporciona unos puntos precisos para la adquisición de medida. Sin embargo, tanto la tecnología de tomografía como el sistema estabilizador no son portables, característica, ésta, esencial en la identificación de víctimas en zonas catastróficas, o la utilización en contexto arqueológicos.

En resumen, no se observa una diferencia significativa entre los 3 estudios, si bien es necesario avanzar en la investigación de curva ROC en Antropología para poder obtener conclusiones claras. Las ventajas de un sistema de escaneado portable supliría la pequeña disminución en el porcentaje de correcta asignación, que en principio, se observa.

8.9. CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS ECUACIONES DISCRIMINANTES

No se ha encontrado bibliografía al respecto de la aplicación del ACP a los resultados y variables en mandíbula. **Es la primera vez que se aplica esta metodología** por lo que no se puede establecer ninguna discusión comparativa.

Las ACP reducen el número de variables de forma significativa sin perder información (varianza) considerable. Cada componente explica la parte de varianza no explicada por los demás. Normalmente se considera como un buen índice para limitar el número de ACP, el 80% de varianza a explicar aunque consideraciones experimentales o de otro tipo por parte de los investigadores del estudio podría hacer tomar otro tipo de decisiones. En los estudios llevados a cabo en la presente tesis, se ha tomado el límite que marca el programa estadístico por defecto, en este caso, el STATGRAPHICS.

Sin embargo, es necesario hacer unas breves observaciones estadísticas a la utilización de las ACP:

- STATGRAPHICS realiza estrictamente un ACP mientras que SPSS realiza un análisis factorial. Aunque el análisis factorial podría considerarse una ampliación del ACP, no es idénticamente el mismo procedimiento ya que utiliza algoritmos diferentes. El análisis factorial ayuda a identificar variables subyacentes no

observadas en un primer momento aunque también explica la mayoría de la varianza observada [125]. En ACP se obtienen componentes mientras que en el análisis factorial, las variables son reducidas a factores.

- Por ello, el ACP obtenido por STATGRAPHICS podría no ser compatible con los factores obtenidos por SPSS y, por ende, las ecuaciones discriminantes posteriores a partir de tales componentes/factores podrían ser diferentes.

Se ha elegido el programa STATGRAPHICS por proporcionar gráficos más visuales, con información más valiosa para una evaluación posterior más precisa. A continuación se presenta un resumen de las ecuaciones discriminantes obtenidas a partir de ACP.

8.9.1. ACP y ecuación discriminante de variables clásicas obtenidas en los modelos 3D

A través de los gráficos de ACP se puede observar cómo se comportan cada una de las variables en sus respectivas componentes. Por ejemplo, en la **Fig. 35**, *Gráfico de Pesos de cada una de las variables en función de las 2 primeras componentes principales para las variables clásicas lineales obtenidas en los modelos 3D* se puede observar cómo, en magnitud, las variables tienen el mismo peso pero MRL influye positivamente en la Componente 1 y, apenas, tiene influencia en la variable 2.

De forma general, también se ha comprobado como las variables semejantes se agrupan e influyen de la misma manera entre las componentes. Así se puede observar, por ejemplo, cómo se agrupan PMPL, XRL, THICK, HML en función de la lateralidad en la gráfica de pesos para la componente 1 y 2. Además, las componentes principales de las variables clásicas en modelos 3D presentaron una cierta segregación en función de sexos como puede observarse en su correspondiente diagrama de dispersión para las componentes 1 y 2 (**Fig. 32**). Por otra parte, se comprueba como el *Gráfico de Pesos de las componentes 3 y 4* es radicalmente diferente al anterior. Las variables relacionadas con el ancho general de la mandíbula (GOG y CDL) tienen una influencia positiva en ambas componentes, las variables correspondientes a los grosores tanto del cóndilo (THICK) como del cuerpo mandibular (TML) influyen negativamente en ambas componentes, mientras que parece que haya una cierta influencia entre el ancho del cuello condilar (NECK), el ancho condilar en su plano medial-lateral (PMPL) y las alturas de barbilla (GNI) y de cuerpo mandibular (HML). En este sentido la influencia de NECK y PMPL es negativa en la componente 3 y prácticamente nula en la componente 4 por lo

que podría denominarse a la Componente 4 como ALTURAS DEL CUERPO MANDIBULAR. Por su parte, la componente 3 está influenciada por todas aquellas variables relacionadas con el PROCESO CORONOIDE: altura AP, anchura MRL, altura de rama XRL y anchura mandibular CDL (a la altura de condilar) y en su base (GOG). En cuanto a la ecuación discriminante encontrada de las ACP, de acuerdo a los parámetros establecidos, sólo la componente 1, que considera todas las variables, y la componente 3, relacionado con el proceso coronoide, parece que son suficientes para discriminar en relación al sexo, con un porcentaje de casos correctamente clasificados del **78,75%**.

8.9.2. ACP y ecuaciones discriminantes de variables volumétricas

En el diagrama de dispersión de las 2 primeras componentes para el ACP que incluye todas las variables volumétricas, se observa una cierta segregación en función del sexo pero no tan evidente como la mostrada en el caso anterior (ver **Fig. 41**).

Todas las variables influyen positivamente en el componente 1 pero las variables referentes al área y volumen totales (meshsquare y mesharea) influyen negativamente en la componente 2. Además, el resto de las variables parece que influyen poco en el componente 2 haciéndose evidente que es el volumen y áreas totales los más importante a la hora de discriminar por lo que se podría denominar a la componente 1 como VOLUMEN GENERAL y a la componente 2 como VOLÚMENES Y ÁREAS REFERENTES AL CÓNDILO. En cuanto al valor porcentaje de clasificación global teniendo en cuenta todas las variables, se obtiene un valor menor, de **65,96%**.

El porcentaje de correcta clasificación cuando sólo intervienen las variables del cóndilo es del **62,96%**. Cuando se ha realizado el estudio de repetibilidad y el análisis del modelo de regresión, estas variables mostraron valores de R significativamente menores, lo que indica una dispersión de resultados entre medidas y, por tanto, influyendo en las ecuaciones discriminantes y su poder de discriminación. (Ver **Tabla 16. Análisis de regresión lineal de medidas volumétricas para el conjunto de las 2 poblaciones y repetibilidad de las variables**).

8.10. CONSIDERACIONES SOBRE REGRESIÓN LOGÍSTICA

Por último, se ha creído conveniente el introducir el método estadístico de regresión logística como una nueva herramienta de determinación sexual. Es evidente que son pocas las publicaciones científicas que lo han utilizado, pero el porcentaje de correcta asignación obtenido con la regresión podría ser, incluso, superior a los alcanzados con ecuaciones discriminantes convencionales. En la **Tabla 132** se exponen los resultados de los 3 únicos artículos encontrados hasta la fecha con datos referentes al porcentaje de correcta asignación de la determinación sexual a partir de mandíbula. Esta nueva estrategia requiere una consideración más profunda en posteriores publicaciones así como su correcta evaluación e interpretación de resultados.

Tabla 132. Revisión sistemática de artículos que han utilizado la regresión logística para la determinación del dimorfismo sexual.

Autores	%	%	%	Ecuación
	Hombres	Mujeres	Total	
Tunis et al. (2017)	91	90.5	90.8	$59.59 - (0.3 \cdot \text{Ramus length}) - (0.24 \cdot \text{Coronoid height}) - (0.15 \cdot \text{Chin width}) - (0.25 \cdot \text{Bi-gonial breadth}) - (0.27 \cdot \text{Sympysis height}) - (0.04 \cdot \text{Antegonial notch area})$
	85.5	85.7	85.6	$33.2 - (0.32 \cdot \text{Ramus length}) - (0.29 \cdot \text{Coronoid height}) - (0.36 \cdot \text{Condyle width}) - (0.03 \cdot \text{Antegonial notch area})$
	80.3	77.8	79.1	$18.89 - (0.19 \cdot \text{Chin width}) + (0.15 \cdot \text{Chin height}) - (0.55 \cdot \text{Symphysis height})$
	81.6	82.7	82.1	$28.05 - (0.36 \cdot \text{Ramus length}) - (0.29 \cdot \text{Coronoid height})$
	76.3	68.3	72.9	$11.22 - (0.36 \cdot \text{Body height P1 - P2})$
Gamba et al. (2016)	85.45	92.96	N.S.	$85.64 - 0.48 \text{RL} - 0.13 \text{GA} - 0.20 \text{BigBr} - 0.24 \text{BicBr}$; Bicondylar breadth (BicBr); Ramus length (RL); Gonial angle (GA); Gonion-gnation length (GGL)
Carvalho et al. (2013)	76.47	78.13	N.S.	$-24.41 + \text{MRH} \cdot 0.14 + \text{go-go} \cdot 0.18$ $212.9466 - 0.2444 \cdot \text{MRH} - 0.0812 \cdot \text{go-go}$ $-24.41 + \text{MRH} \cdot 0.14 + \text{go-go} \cdot 0.18$ Bigonial diameter (go-go); Ramus height right (MRHD); Ramus height left (MRHE)

8.11. LIMITACIONES A LA PRESENTE TESIS

Se ha observado una serie de limitaciones en la realización de la presente tesis que se exponen a continuación.

En primer lugar, las condiciones ambientales de digitalización: está directamente condicionado por una serie de factores, el más importante la luz ambiental. Este factor es determinante; se ha constatado que en la zona de digitalización deben conservarse las mismas condiciones, sin acceso a luz natural. La estación del año puede influir en la adquisición. Así en verano, es más difícil obtener buenos modelos por la gran luminosidad. Incluso, en una misma época del año, las condiciones de nubosidad diaria influyeron. Pero, aun sin acceso a luz natural, la luz artificial juega un papel determinante. Se ha constatado diferencias entre los modelos adquiridos en la Sala de Imagen del depto. de Medicina Legal, Psiquiatría y Anatomía Patológica de la Facultad de Medicina donde la iluminación se aporta a través de luz fluorescente convencional localizada en zonas específicas de la sala con otras zonas de baja luminosidad, y en el laboratorio de la Clínica de la Facultad de Odontología donde la luz es proporcionada a través de LED mucho más homogénea y tecnología más moderna.

El tipo de escáner utilizado: aunque se trata de un escáner de última generación, su función principal consiste en la adquisición de modelos faciales de pacientes, donde se ha demostrado su verdadero potencial. En la digitalización de mandíbula también ha demostrado su capacidad aunque, quizá, como se ha expuesto en el apartado de introducción, existan otro tipo de escáneres específicos para esta labor. Sin embargo, su fácil manejo y rapidez, permiten la utilización de esta tecnología en un amplio contexto.

Por otra parte, la métrica relacionada con los modelos digitalizados ha sido tomada por un único observador, aunque se ha analizado la repetibilidad y reproducibilidad (en cuanto a tiempos diferentes). Al presentarse un nuevo método, con una nueva tecnología, el análisis de reproducibilidad con distintos investigadores era inviable puesto que se requiere tiempo de capacitación para comprender y dominar la técnica. Y éste es otro de las limitaciones de la técnica, es necesario personal altamente entrenado y capacitado en la digitalización para la obtención de medidas verosímiles.

Otro de los grandes inconvenientes a la técnica se basa en los programas informáticos utilizados. El software aplicado, no permitía unos puntos de corte en los modelos todo lo preciso que es necesario para la mejora de los resultados y ecuaciones. El establecimiento de landmarks requirió entrenamiento y experiencia. Actualmente existen alternativas informáticas más potentes a este respecto.

The image shows two pages of a forensic anthropology registration form. Page 3 (left) contains 'Forensic Morphological Observations' and 'CRANIAL SUTURE CLOSURE'. Page 4 (right) contains 'CRANIAL MEASUREMENTS', 'MANDIBULAR MEASUREMENTS', and 'POSTCRANIAL MEASUREMENTS'. The mandibular measurements section is highlighted in yellow.

Fig. 105 Páginas 3 y 4 del formulario de inscripción de restos en el FDB. En la página 4 se ha resaltado en amarillo las variables relacionadas con la mandíbula.

Como puede apreciarse en las **Figs. 105** (página 4 del FDB) únicamente son requeridas 9 medidas para la mandíbula. Todas ellas son medidas de métrica clásica (uso de calibre o mandibulómetro). Sin embargo, realizada una búsqueda bibliográfica sistemática, se ha observado que la medida de GROSOR DEL CUERPO A LA ALTURA DEL FORAMEN MENTAL no es recogida habitualmente. Por otra parte, el **ÁNGULO MANDIBULAR**, no aportaría ninguna información por su alta variabilidad y complicación a la hora de la recogida de la medida con mandibulómetro, como ha podido apreciarse en la **Fig. 83** y **Tabla 124**.

FDB tampoco incluye las nuevas tecnologías de volumetría o análisis de imagen que aceleraría los procesos de identificación y aportaría más información a cada caso, al tener el modelo 3D archivado en tiempo ilimitado, sin necesidad de conservar el hueso, con lo que los restos podrían ser devueltos a familiares o propietarios para su gestión y posterior tramitación jurídica, si fuera el caso.

Sin embargo la toma de la medida angular es el problema más grave con el que se presenta la técnica volumétrica en 3D. Para la comparación entre unos ángulos y otros se requiere que todas las mandíbulas se encuentren en el mismo sistema de coordenadas cartesianas especiales. Se recomienda, siempre que se analicen ángulos, el mantener como punto 0 de coordenadas el origen del sistema tridimensional MUNDO (también

llamado ESPACIAL) utilizado habitualmente en Ingeniería y Odontología para el diseño de los trabajos. Así se eliminan los problemas derivados de rotaciones de modelos. Esto es especialmente importante si lo que se pretende es la modelización o análisis de cluster para las ascendencias étnicas tomando como landmarks, entre otras, esta medida.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta las nuevas tecnologías a la hora de la recopilación de los datos científicos redefiniendo algunas variables según la tecnología y definiendo algunas nuevas. En este sentido, y estrechamente relacionado con lo anterior, es necesario un proceso de validación de los programas informáticos y estadísticos para la comparación de los resultados entre los diversos autores. Así la última versión de Geomagic Studio y Qualify (versión 12, año 2013) cuantificaban el volumen de las piezas de forma paramétrica. Posteriormente, GEOMAGIC fue adquirido por la empresa 3D Systems [38] que lanzó en 2017 Geomagic Wrap y Geomagic Control X. Estos últimos softwares calculan los volúmenes mediante medidas exactas por lo que la comparación con los resultados volumétricos obtenidos por otros autores, podría estar sesgada o ser, incluso errónea. Artec 3D ya está aconsejando la utilización de Geomagic Wrap para el tratamiento de las mallas de los modelos 3D en detrimento de su propio software Artec Studio [39]. La forma de edición de las mallas de los procesos 3D es fundamental para la posterior medición del volumen y métrica en las digitalizaciones. Con todo ello, queda patente la necesidad de una definición clara, precisa, ACTUAL y UNIVERSAL de las medidas a tomar.

Como se ha demostrado en la tesis en numerosas ocasiones, la heterogeneidad de resultados debidos a distintos autores podría estar directamente relacionado con una normalización metodológica para la recogida de datos coherentes y comparables entre los diferentes estudios.

8.13. PERSPECTIVAS FUTURAS Y NUEVAS

Las perspectivas futuras y nuevas que se proponen se ha dividido en 2 ítems principales: las necesidades de normalización metodológica y el desarrollo de nuevas tecnologías.

8.12.1. Propuesta de normalización en la metodología y parámetros de medición

Mediante un análisis intercomparativo entre los diferentes laboratorios se podría alcanzar una metodología adecuada en cuanto a las medidas a tomar en cada hueso determinado, se podría evaluar el error intra e interlaboratorio y postular un análisis estadístico normalizado. En ese caso, el tamaño muestral se incrementaría enormemente habilitado la aplicación de técnicas meta-analíticas libre de sesgos.

Para ello, la organización encargada de la coordinación del estudio intercomparativo podría aplicar documentos de reconocida solvencia como la Guía-G-14 Rev 1. Guía sobre la participación en programas de intercomparaciones [129] y la NT-03 Rev. 6 de Política de ENAC sobre Intercomparaciones [43] de acuerdo a la Norma ISO/IEC 17025. Según Piga et al. [130] este proceso de garantía de calidad es *“hoy en día un requisito básico para el reconocimiento internacional de la validez de los trabajos y resultados y para su acreditación en la ENFSI”* (European Network of Forensic Science Institutes).

Para aumentar el proceso de normalización de la metodología de acuerdo a las nuevas tecnologías de imagen 3D, se propone la adhesión al Consorcio Internacional Virtopsy [131] encargada de desarrollar una metodología estandarizada y ofrecer formación para la adquisición, de la forma más adecuada, de imágenes y modelos 3D de interés en aplicaciones forenses. Con esta plataforma multidisciplinar centrada en el análisis por múltiples tecnologías se contribuye de manera definitiva a la globalización y estandarización de datos.

Teniendo en cuenta la nueva metodología se podría profundizar en la investigación de nuevos parámetros relacionados con los modelos 3D de forma sistemática, de acuerdo a los principios científicos.

8.12.2. Propuestas de nuevas tecnologías

Está claro el rapidísimo avance en el proceso de adquisición de modelos 3D. Hace no demasiados años, la metodología era costosa, difícil y requería mucho tiempo (alrededor de 1 hora en conseguir un modelo 3D depurado para un hueso de tamaño medio, mediante tecnología láser). Con los nuevos escáneres se ha reducido considerablemente este tiempo y las dimensiones del mismo, favoreciendo la portabilidad e, incluso, la instalación en tablets y dispositivos móviles (ver apartado de Introducción de la presente tesis).

Sin embargo el futuro, si no el presente, consiste en la adquisición de modelos 3D mediante dispositivos móviles sin necesidad de ninguna otra instrumentación. La fotogrametría se basa en ello, pero aún es necesario tiempo y amplios conocimientos de los programas informáticos para fusionar las imágenes en modelos 3D reales, precisos y reproducibles. En este sentido, el doctorando de la presente tesis realizó una primera aproximación de aplicación de la fotogrametría en un dispositivo Tablet Ipad Pro, mediante los programas gratuitos Visual SFM y Meshlab [132].

a)



b)

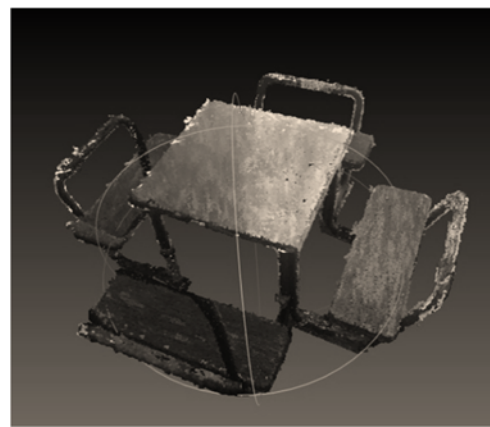


Fig. 106 Adquisición al aire libre de modelo 3D con Tablet Ipad Pro de un banco de parque público mediante **a)** el programa SFM y posterior fusión con Meshlab **b)**. Fíjese en que, aunque el banco tiene huecos vacíos y ángulos muy cerrados, la tecnología pudo resolver el modelo con una calidad aceptable.

Las nuevas apps podrían ayudar en este proceso, ya que se obtendrían los modelos 3D de forma sencilla, rápida y sin necesidad de post-procesados laboriosos. En este sentido se han realizado pruebas exitosas mediante la app Qlone (EyeCue Vision Technologies LTD © 2017) implantado en un dispositivo Tablet Ipad Pro para la adquisición de modelos 3D en mandíbulas y posterior realización de vídeo. Es necesario una

validación de la técnica y comparación de las medidas con respecto a los resultados de la presente tesis y de otros autores, para obtener resultados y medidas interpretables y exactas. Las ventajas de esta tecnología en el campo de la Medicina Forense y Antropología son indudables, habilitando la máxima transportabilidad al poderse emplear en dispositivos móviles, el envío de los modelos en formatos Open Access a través de correo electrónico y redes sociales, la exposición del caso forense a través de vídeo en las Cortes de Justicia y la investigación y adquisición de modelos *in situ* para el posterior análisis de medidas en la Arqueología y Antropología Forense de campo.

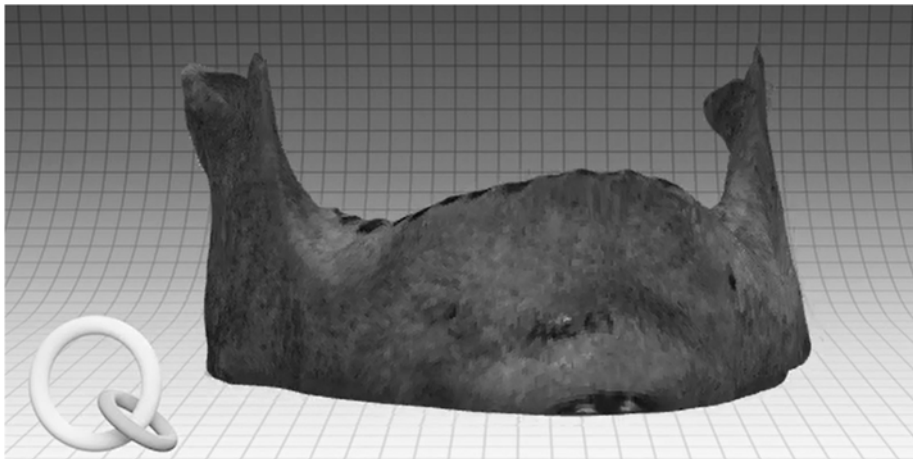


Fig. 107 Imagen de mandíbula de la colección de la Escuela de Medicina Legal, tomada del vídeo realizado por la app Qlone.

Otras apps de escaneado 3D para dispositivos móviles gratuitas y que no necesitan ningún tipo de escáner serían: Trnio que ofrece 2 modos de escaneo en función del tamaño del objeto y exteriores [133] y Scann 3D que realiza todo el proceso localmente en el dispositivo y no en la nube [134].

En general, las posibilidades se diversifican y la metodología avanza. El hueso como instrumento de medida y análisis perderá importancia a medida que se avance esta tecnología. Los repositorios y bases de datos de modelos 3D adquirirán una relevancia primordial, así como las nuevas herramientas estadísticas. El BigData se convertirá en herramienta fundamental de investigación a través de los estudios meta-analíticos.

9. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos expuestos en la actual tesis doctoral y, a la hipótesis general de partida, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Se ha desarrollado un nuevo método de digitalización de las mandíbulas mediante un nuevo sistema de escaneado facial. Este nuevo sistema es mucho más rápido que el proporcionado por los escáneres tradicionales de metodología láser que, en algunos casos, eran incapaces de adquirir el modelo 3D de la mandíbula debido a la morfología tan irregular de la misma.
2. Se ha procedido a establecer una nueva metodología fiable en la medición de las variables en los modelos 3D de mandíbula mediante el programa informático ARTEC de última generación.
3. Mediante búsqueda sistemática en las principales bases de datos, preguntas PICO y la utilización del gestor bibliográfico ENDNOTE se han determinado aquellas variables lineales clásica que, en principio, se presentan más dimórficas. No se encontraron estudios en mandíbula que englobasen variables volumétricas.
4. Se ha creado una base de datos de medidas, modelos tridimensionales de las colecciones ALC y ACC de la Escuela de Medicina Legal, de medidas lineales y volumétricas y vídeos de rotación de los modelos. Asimismo se han establecido las componentes principales mandibulares para su utilización en posteriores investigaciones tanto médico-legales como antropológicas.
5. La realización de pruebas de verificación metodológica mostraron resultados óptimos en cuanto a repetibilidad. No se observaron diferencias significativas en cuanto a la lateralidad de las medidas. En cuanto a la reproducibilidad, se observó en medidas clásicas, un sesgo metodológico intercomparativo entre distintos observadores.
6. Se han obtenido ecuaciones discriminantes univariante en modelos 3D tanto de aquellas variables de determinación clásica lineal como volumétrica siendo las más dimórficas aquellas que engloban metodología clásica lineal con unos porcentajes máximos de acierto de 74% para hombres y 65% de mujeres para HML y, de 77%

para hombres y 73% para mujeres para la variable volumétrica meshsquare (área de malla).

7. Se han obtenido ecuaciones multivariantes stepwise obteniéndose un porcentaje máximo de acierto del 85% para las variables lineales clásicas.
8. La utilización en las fórmulas discriminantes de componentes principales no mejoró, en un principio, los porcentajes obtenidos en las ecuaciones discriminantes si bien resultó una herramienta muy útil en la discriminación sexual para sus dos primeras componentes obteniéndose porcentajes de acierto de casi el 79% para las variables lineales medidas en los modelos 3D; del 66% para las volumétricas, del 62% para las medidas condilares; y del 80% para las lineales clásicas.
9. Los mejores resultados se obtuvieron en la metodología de discriminación de árboles de decisión con los algoritmos CRT y CHAID obteniéndose unos porcentajes máximos de correcta asignación para las variables HML, meshsquare, meshvolume y perimetermesh con porcentajes que oscilaron entre el 70-100% dependiendo de dichas variables y del algoritmo utilizado.
10. El análisis meta-analítico proporcionó una estrategia contundente, objetiva y sistemática de comparación de resultados bibliográficos con los obtenidos en la presente tesis al aumentar el número de individuos objetos de análisis. Permitió, a su vez, una discriminación inicial orientativa en cuanto al origen geográfico de las poblaciones y detectó aquellos estudios que diferían significativamente del resto. En todos los casos, los resultados aportados en la presente tesis se comportaron de manera análoga a los ya publicados.
11. Se han localizado las posibles fuentes de variabilidad metodológica:
 - a. en la adquisición de los modelos 3D.
 - b. en la experiencia en el postproceso y en la medición en los modelos 3D.
 - c. en el entrenamiento de los observadores.
 - d. en la técnica estadística empleada.
 - e. entre las diferentes características de las colecciones de procedencia objeto de meta-análisis.

12. Se han propuestos nuevas líneas de investigación centradas en 3 hitos principales:
- a. la investigación y aplicación de las nuevas tecnologías emergentes.
 - b. el desarrollo de nuevas estrategias de medición volumétrica, morfológica y clásica lineal en modelos 3D.
 - c. necesidad de normalización y validación de la metodología existente.

CONCLUSIÓN FINAL

En respuesta a la hipótesis de trabajo inicial se expone que:

“Los parámetros lineales y volumétricos en modelos digitales de mandíbula adquiridos mediante escáner facial y, utilizando las técnicas estadísticas de análisis de componentes principales, ecuaciones discriminantes, árboles de decisiones y meta-análisis, permitió evaluar el dimorfismo sexual en una población contemporánea en proporciones equivalentes a las obtenidas mediante metodología clásica, si bien se hace necesario una correcta normalización de las medidas e investigación en nuevas tecnologías”

10. BIBLIOGRAFIA

1. Villalaín Blanco JD, Puchalt Fortea J (2000) Identificación Antropológica Policial y Forense. Ciencia Policial Editorial Tirant lo Blanch
2. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I (2006) determination of sex in south african blacks by discriminant function analysis of mandibular linear dimensions : A preliminary investigation using the zulu local population. Forensic science, medicine, and pathology 2 (4):263-268. doi:10.1385/fsmp:2:4:263
3. pixabay. <https://pixabay.com>. Accessed October, 30th, 2018
4. Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ (2009) Oral Anatomy, Histology and Embryology. 4th edition edn.
5. Pickford M, Chiarelli B (1986) Sexual dimorphism in Primates. Where are we and where do we go from here? Human Evolution 1 (1):5
6. Amores Ampuero A (2013) Técnicas de determinación del sexo a partir del cráneo en una población mediterránea actual., Universidad de Granada
7. Muñoz García A (2017) La aplicación de la osteometría en la identificación humana: la estimación del sexo y de la ancestralidad en la población española contemporánea. Universidad Complutense de Madrid, Madrid
8. Ruiz Mediavilla E (2017) Determinación de sexo por volumen óseo en población española: un estudio sobre imágenes 3D en astrágalo, radio, rótula y clavícula. Universidad Complutense de Madrid, Madrid
9. Reverte J (1991) Antropología Forense. Ministerio de Justicia. Centro de Publicaciones., Madrid
10. Buikstra J, Ubelaker D In: Standards for data collection from human skeletal remains: proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History, 1994
11. Loth S, Henneberg M (1996) Mandibular ramus flexure: a new morphometric indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. American Journal of Physical Anthropology 99 (3):12
12. Balci Y, Yavuz M, Cagdir S (2005). Homo 55 (3):8
13. Krenzer U Tomo II - Métodos para la determinación del sexo. Centro de análisis forenses y ciencias aplicadas. In: Compendio de métodos Antropológico Forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico
14. St. Hoyme LE, Iscan MY (1989). In: Iscan MY, Kennedy KAR (eds) Reconstruction of Life From the Skeleton. Alan R. Liss., New York, pp 53-93
15. Novotny V, Iscan M, Loth S (1993) Morphologic and osteometric assessment of age, sex, and race from the skull. In: MY I, RP H (eds) Forensic analysis of the skull. Wiley-Liss, New York, pp 71-88
16. Kranioti EF, Nathena D, Michalodimitrakis M (2011) Sex estimation of the Cretan humerus: a digital radiometric study. Int J Legal Med 125:8

17. Macaluso PJ (2011) Sex discrimination from the glenoid cavity in black South Africans: morphometric analysis of digital photographs. *Int J Legal Med* 125:5
18. Bytheway JA, Ross AH (2010) A geometric morphometric approach to sex determination of the human adult os coxa. *J Forensic Sci* 55 (4):5
19. <6.MorphometricstudyoftheCoronoid.pdf>
20. Arquimedes.
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/arquimedes/arquimedes.htm>. Accessed November, 27th, 2018
21. Djorojevic M (2018) Determinación del sexo mediante un estudio de la pelvis y el fémur proximal a partir de restos óseos e imágenes en 3D. Universidad de Granada
22. Djorojevic M, Roldán C, García-Parra P, Alemán I, Botella MC (2014) Morphometric sex estimation from 3D computed tomography os coxae model and its validation in skeletal remains. *Int J Legal Med* 128 (5):9. doi:<https://doi.org/10.1007/s00414-014-1033-x>
23. Djorojevic M, Roldán C, Botella M, Alemán I (2015) Estimation of Purkait's triangle method and alternative models for sex assessment from the proximal femur in the Spanish population. *Int J Legal Med* 130 (1):6. doi:<https://doi.org/10.1007/s00414-015-1201-7>
24. Ilgüy D, Ilgüy M, Ersan N, Dölekoglu S, Fisekçioğlu E (2014) Measurement of the foramen magnum and mandible in relation to sex using CBCT. *J Forensic Sci* 59 (3):5. doi:10.1111/1556-4029.12376
25. Sánchez Sobrino JA (2006) Introducción a la Fotogrametría. Curso 2006 - 2007. San Juan, Argentina
26. Angulo Fornos R (2013) La fotogrametría digital: una herramienta para la recuperación de arquitecturas perdidas. *Torre del Homenaje del Castillo de Constantina. VAR* 4 (8):4
27. S Hosseinian, Arefi H Photogrammetry in 3D modelling of human bone structures from radiographs. In: *International Workshop photogrammetric and computer vision techniques for video surveillance, biometrics and biomedicine, 2017*
28. Prithviraj DR, Bhalla HK, Vashisht R, Sounderraj K, Prithvi S (2014) Revolutionizing Restorative Dentistry: An Overview. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 14 (4):333-343. doi:10.1007/s13191-014-0351-5
29. Marine Fau, Raphaël Cornette, Houssaye A (2016) Photogrammetry for 3d digitizing bones of mounted skeletons: Potential and limits. *C R Palevol* 15:10
30. Lou-Octavia Morch, Luengo J (2016) Fotogrametría al servicio de la paleoantropología. Paper presented at the *Actas de las IX Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica, Santander (Spain)*
31. Sholts SB, Wärmländer S, Flores LM, Miller K, Walker PL (2010) Variation in the measurement of cranial volumen and surface area usin 3D laser scanning technology. *J Forensic Sci* 55 (4):6

32. Ruiz Mediavilla E, Perea Pérez B, Labajo González E, Santiago Sáez A, Dorado Fernández E (2012) Determining sex by bone volumen from 3D images: discriminating analysis of the tali and radii in a contemporary Spanish reference collection. *Int J Legal Med* 126 (4):9
33. Ruiz Mediavilla E, Perea Pérez B, Labajo González E, Sánchez Sánchez JA, Santiago Sáez A (2016) Determining sex with the clavicle in a contemporary Spanish reference collection: A study on 3D images. *Forensic Science International* 261 (163):11
34. Pretorius Ç, Steyn M, Y S (2006) Investigation into the usability of geometric morphometric analysis in assessment of sexual dimorphism. *Am J Phys Anthropol* 129:7
35. Martínez Cenicerros M (2017) Puesta en marcha de un escáner 3D y aplicación de ingeniería inversa y fabricación aditiva. Trabajo Fin de Máster., Universidad de Valencia,
36. Creaform. <https://www.creaform3d.com>. Accessed October, 30th, 2018
37. Creaform Health Care Partner 3D Scanner
38. Artec. <https://www.artec3d.com/es>. Accessed October, 30th, 2018
39. Roland. <https://www.rolanddga.com/>. Accessed October, 30th, 2018
40. Roland Ficha Técnica MODELA Pro MDX-20/15 MODELA Pro MDX-20/15. Accessed November, 27th, 2018
41. PICZA 3D LASER SCANNER LPX-250. Manual de usuario. Roland DG Corporation,
42. bq. www.bq.com/technical-support. Accessed October, 30th, 2018
43. HORUS Guía para un escaneo óptimo. BQ
44. XYZPRINTING. <http://eu.xyzprinting.com>. Accessed October, 30th, 2018
45. XYZSCAN MANUAL_EN_V2.indd. XYZprinting
46. 3D systems. <https://es.3dsystems.com/>. Accessed October, 30th, 2018
47. Sense 3D scanner Tech specs. 3D Systems. <https://es.3dsystems.com/shop/sense/techspecs>. Accessed August, 21th, 2018
48. Structure Sensor. Occipital. <https://structure.io/>. Accessed October, 30th, 2018
49. Getting started with your structure Sensor. Structure by Occipital. <https://structure.io/getstarted>
50. 3Dvisual. Scanify. <http://3dvisual.es/fuel-3d-scanify/>. Accessed October, 30th, 2018
51. Shining 3D. www.shining3d.com. Accessed October, 30th, 2018
52. EinScan-Pro Versatile Portable Handheld 3D Scanner. Shining 3D. https://www.einscan.com/einscan-pro?gclid=EAlaIQobChMliJQpluA3QIVUOR3Ch1Aog3LEAAYASAAEgKq2_D_BwE. Accessed November, 27th, 2018
53. Thor3D. <http://thor3dscanner.com/>. Accessed October, 30th, 2018
54. Thor3D: Scan any medium/large object. Technical specifications. Thor3D. <http://thor3dscanner.com/thor3d>. Accessed August, 23th, 2018

55. Mantis Vision. <https://mantis-vision.com/>. Accessed October, 30th, 2018
56. Laserscan. <http://laserscan.es>. Accessed October, 30th, 2018
57. PocketScan 3D User Guide. Mantis Vision
58. GP L (2016) Guía del Escáner 3D portátil. Digitalización 3D. <https://www.digitalizacion-3d.com/guia-del-escaner-3d-portatil/>. Accessed September, 29th, 2016
59. Moore-Jansen PM, Ousley SD, Jantz RL (1994) Data Collection. Procedures for Forensic Skeletal Material. Report of Investigations
60. Buikstra JE, Ubelaker DH (1994) Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas Archeological survey research series vol 44
61. Adia K, Cargill T, Dudar C, Hefner JT, Jones E, London M, Madden G, Mulhern D, O'Brien C, Ousley S, Wilczak C Osteoware. Standarized Skeletal Documentation Software. Smithsonian Museum of Natural History. <https://osteoware.si.edu/>. Accessed February, 2012
62. Carillo M, Dorado E (2013) Datos Antropométricos. In: Serrulla F (ed) Recomendaciones en Antropología Forense. Asociación Española en Antropología y Odontología Forense
63. Sharma M, Gorea RK, Gorea A, Abuderman A (2016) A morphometric study of the human mandible in the Indian population for sex determination. Egyptian Journal of Forensic Sciences 6 (2):5. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2015.01.002>
64. Vinay G, Mangala GSR, Anbalagan J (2013) Sex determination of human mandible using metrical parameters. Journal of clinical and diagnostic research : JCDR 7 (12):2671-2673. doi:10.7860/jcdr/2013/7621.3728
65. Ogawa Y, Imaizumi K, Miyasaka S, Yoshino M (2013) Discriminant functions for sex estimation of modern Japanese skulls. Journal of forensic and legal medicine 20 (4):5
66. Hu K-S, Koh K-S, Han S-H, Shin K-J, Kim H-J (2006) Sex determination using nonmetric characteristics of the mandible in koreans. Journal of Forensic Sciences 51 (6):1376-1382. doi:10.1111/j.1556-4029.2006.00270.x
67. Rosique J, Ospina C, Gallego P (2004) Estudio cuantitativo del dimorfismo sexual en restos óseos de la población de Medellín. . Actual Biología 80:10
68. Lopez-Capp TT, Rynn C, Wilkinson C, Saavedra de Paiva LA, Michel-Crosato E, Haye Biazevic MG (2018) Discriminant analysis of mandibular measurements for the estimation of sex in a modern Brazilian sample. International Journal of Legal Medicine 132 (3):843-851. doi:10.1007/s00414-017-1681-8
69. Robinson MS, Bidmos MA (2009) The skull and humerus in the determination of sex: Reliability of discriminant function equations. Forensic Science International 186 (1-3). doi:10.1016/j.forsciint.2009.01.003

70. Steyn M, Iscan MY (1998) Sexual dimorphism in the crania and mandibles of South African whites. *Forensic Science International* 98 (1-2):9-16. doi:10.1016/s0379-0738(98)00120-0
71. Dayal MR, Spocter MA, Bidmos MA (2008) An assessment of sex using the skull of black South Africans by discriminant function analysis. *Homo-Journal of Comparative Human Biology* 59 (3):209-221. doi:10.1016/j.jchb.2007.01.001
72. Spradley MK, Jantz RL (2011) Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *Journal of Forensic Sciences* 56 (2):8
73. Giles E (1964) SEX DETERMINATION BY DISCRIMINANT FUNCTION-ANALYSIS OF THE MANDIBLE. *American Journal of Physical Anthropology* 22 (2):129-135. doi:10.1002/ajpa.1330220212
74. Nayyar AS, Kartheeki B, Sindhu UY (2017) Accuracy of Mandibular Rami Measurements in Prediction of Sex. *Annals of Medical and Health Sciences Research* 7 (1):25-29
75. Sairam V, Geethamalika MV, Kumar PB, Naresh G, Raju GP (2016) Determination of sexual dimorphism in humans by measurements of mandible on digital panoramic radiograph. *Contemporary Clinical Dentistry* 7 (4):434-439. doi:10.4103/0976-237x.194110
76. Sambhana S, Sanghvi P, Mohammed RB, Shanta PP, Thetay AAR, Chaudhary VS (2016) Assessment of sexual dimorphism using digital orthopantomographs in South Indians. *Journal of forensic dental sciences* 8 (3):180-180. doi:10.4103/0975-1475.195113
77. Ishwarkumar S, Pillay P, Haffajee MR, Satyapal KS (2017) Morphometric analysis of the mandible in the Durban Metropolitan population of South Africa. *Folia Morphologica* 76 (1):82-86. doi:10.5603/FM.a2016.0041
78. More CB, Vijayvargiya R, Saha N (2017) Morphometric analysis of mandibular ramus for sex determination on digital orthopantomogram. *Journal of forensic dental sciences* 9 (1):1-5. doi:10.4103/jfo.jfds_25_15
79. Deng M, Bai R, Dong H, Mu J, Lin W, Zhou Y (2017) Sexual determination of the mandible breadth in a central Chinese population sample: a three-dimensional analysis. *Australian Journal of Forensic Sciences* 49 (3):332-343. doi:10.1080/00450618.2015.1134657
80. Kharoshah MAA, Almadani O, Ghaleb SS, Zaki MK, Fattah YAA (2010) Sexual dimorphism of the mandible in a modern Egyptian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 17 (4):213-215. doi:10.1016/j.jflm.2010.02.005
81. Tunis TS, Sarig R, Cohen H, Medlej B, Peled N, May H (2017) Sex estimation using computed tomography of the mandible. *International Journal of Legal Medicine* 131 (6):1691-1700. doi:10.1007/s00414-017-1554-1

82. Gamba TdO, Alves MC, Haiter-Neto F (2016) Mandibular sexual dimorphism analysis in CBCT scans. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 38:106-110. doi:10.1016/j.jflm.2015.11.024
83. Kano T, Oritani S, Michiue T, Ishikawa T, Hishmat AM, Sogawa N, Inamori-Kawamoto O, Maeda H (2015) Postmortem CT morphometry with a proposal of novel parameters for sex discrimination of the mandible using Japanese adult data. *Legal Medicine* 17 (3):167-171. doi:10.1016/j.legalmed.2014.12.009
84. Dong H, Deng M, Wang W, Zhang J, Mu J, Zhu G (2015) Sexual dimorphism of the mandible in a contemporary Chinese Han population. *Forensic Science International* 255:9-15. doi:10.1016/j.forsciint.2015.06.010
85. Hwang E, Lin C, Jiao B, Chung N-E, Han S-H, Kim J, Lee UY (2015) Discriminant function analysis for sex determination using landmark coordinate data from three-dimensional mandible models. *Australian Journal of Forensic Sciences* 47 (3):332-344. doi:10.1080/00450618.2014.960449
86. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I (2007) Sexual dimorphism and population variation in the adult mandible : Forensic applications of geometric morphometrics. *Forensic science, medicine, and pathology* 3 (1):15-22. doi:10.1385/fsmp:3:1:15
87. Lin W, Alizai H, Joseph GB, Srikhun W, Nevitt MC, Lynch JA, McCulloch CE, Link TM (2013) Physical activity in relation to knee cartilage T2 progression measured with 3tmri over a period of 4 years: Data from the osteoarthritis initiative. *Osteoarthritis and Cartilage* 21 (10):1558-1566. doi:10.1016/j.joca.2013.06.022
88. Lopez TT, Michel-Crosato E, Benedicto EdN, Saavedra de Paiva LA, Borges Silva DC, Haye Biazevic MG (2017) Accuracy of mandibular measurements of sexual dimorphism using stabilizer equipment. *Brazilian Oral Research* 31. doi:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0001
89. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (2011). In: Higgins J, Green S (eds)
90. Antman E, Lau J, Kupelnick B, Mosteller F, Chalmers T (1992) A comparison of results of metaanalyses of randomized control trials and recommendations of clinical experts: Treatments for myocardial infarction. *JAMA* 268:9
91. Oxman A, Guyatt G (1993) The science of reviewing research. *Annals of the New York Academy of Sciences* 703:9
92. Glass G (1976) Primary, secondary and meta-analysis of research. *Educational Researcher* 5:6

93. Ley 52/2007, de 26 de diciembre, por la que se reconocen y amplían derechos y se establecen medidas en favor de quienes padecieron persecución o violencia durante la guerra civil y la dictadura. BOE. Boletín Oficial del Estado, Spain
94. El Gobierno anuncia la reforma de la Ley de Memoria Histórica. ABC ESPAÑA, July, 11th, 2018
95. Marraco M El Gobierno cambiará la Ley de Memoria Histórica y busca cómo prohibir las asociaciones franquistas. EL MUNDO, July, 11th, 2018
96. Nueva Ley de Memoria Histórica: Comisión de la verdad y retirada de símbolos. La Gaceta, July, 12th, 2008
97. Junquera N El Gobierno crea una dirección general para impulsar la memoria histórica. June, 29, 2018
98. Cáceres-Monllor DA (2018) Búsqueda en google sobre Memoria Histórica. https://www.google.es/search?q=ley+de+la+memoria+historica+en+espa%C3%B1a&source=Inms&tbn=nws&sa=X&ved=0ahUKEwid_72-vZzcAhWDxxQKHQnuDewQ_AUICygC&biw=1707&bih=827. Accessed July, 13th, 2018
99. Del Río PM (2000) Estudio antropológico-forense, antropométrico y morfológico, de la colección de la Escuela de Medicina Legal de Madrid. . Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain
100. ARTEC EVA LITE specifications. ARTEC 3D. <https://www.artec3d.com/es/3d-scanner/artec-eva-lite#specifications>. Accessed June, 6th, 2018
101. Amit N F6 SMART Echo. Volumetric Handheld Camera. 0.1 edn.
102. Hutton B, Catala-Lopez F, Moher D (2016) [The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA]. Med Clin (Barc) 147 (6):262-266. doi:10.1016/j.medcli.2016.02.025
103. FECYT Fundación Española para la Ciencia y Tecnología. <https://www.recursoscientificos.fecyt.es>. Accessed June, 6th, 2018
104. Consulta de la Base de datos de Tesis Doctorales (TESEO). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <https://www.educacion.gob.es/teseo/irGestionarConsulta.do>. Accessed June, 6th, 2018
105. EndNote X9 Clarivate Analytics. <https://endnote.com/>. Accessed November, 23th, 2018
106. Michael Borenstein LVH, Julian P.T. Higgins and Hannah R. Rothstein (2010) A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. Research Synthesis Methods (1):2
107. Álvarez Cáceres R (2007) Estadística aplicada a las Ciencias de la Salud. Ediciones Díaz de Santos edn.

108. Berlanga Silvente V, Rubio Hurtado MJ, Vilà Baños R (2013) Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació* 6 (1):15. doi:10.1344/reire2013.6.1615
109. Pérez C (2011) *Técnicas de segmentación. Conceptos, herramientas y aplicaciones.* Madrid, Spain
110. Infouniversidad. <https://www.infouniversidad.es/tesis-doctorales/ciencias-medicas/morfologia%C2%ADa-y-volumetria-del-seno-maxilar/>. Accessed November, 23th, 2018
111. Mendoza García LV (2018) *Asimetría vertical del cóndilo y rama mandibular medidas en el cone beam computed tomography (CBCT).* Universitat de València, Valencia (Spain)
112. Ramos Rodríguez E (2016) *Análisis de la asimetría mandibular y disfunción temporomandibular en violinistas y violistas profesionales: un estudio de casos y controles.* Universidad Complutense de Madrid.
113. Lopez-Capp T, Rynn CW, C;, Saavedra de Paiva L, Michel-Crosato E, Haye Biazevic M (2018) Discriminant analysis of mandibular measurements for the estimation of sex in a modern Brazilian sample. *International Journal of Legal Medicine* 132 (3):9. doi:<https://doi.org/10.1007/s00414-017-1681-8>
114. Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I (2008) Discriminant function sexing of the mandible of Indigenous South Africans. *Forensic Science International* 179 (1):1-84. doi:10.1016/j.forsciint.2008.03.014
115. <Franklin_2006.pdf>. doi:10.1385/Forensic
116. Hu K, Koh K, Jung H, Kang M, Choi B, Kim H (2000) Physical anthropological characteristics and sex determinative analysis by the metric traits of Korean mandibles. *Korean J Phys Anthropol* 13 (4):14
117. Martin R, Saller K (1957) *Lehfbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung, vol 1. 3ª ed. edn., Stuttgart, Germany*
118. Ilguy D, Ilguy M, Ersan N, Dolekoglu S, Fisekcioglu E (2014) Measurements of the Foramen Magnum and Mandible in Relation to Sex Using CBCT. *Journal of Forensic Sciences* 59 (3):601-605. doi:10.1111/1556-4029.12376
119. G V, Gowri S R M, J A (2013) Sex determination of human mandible using metrical parameters. *Journal of clinical and diagnostic research : JCdr* 7 (12):2671-2673. doi:10.7860/jcdr/2013/7621.3728
120. Lin C, Jiao B, Liu S, Guan F, Chung N-E, Han S-H, Lee UY (2014) Sex determination from the mandibular ramus flexure of Koreans by discrimination function analysis using three-dimensional mandible models. *Forensic Science International* 236. doi:10.1016/j.forsciint.2013.12.015

121. Popa DM, Arroyo-Pardo E, López-Parra AM Revisión sobre los marcadores del origen biogeográfico y su aplicación en la investigación forense. *Colombia forense* 4 (1). doi:<https://doi.org/10.16925/cf.v4i1.1958>
122. Halder I, Shriver M, Thomas M, Fernandez J, Frudakis T (2008) A panel of ancestry informative markers for estimating individual biogeographical ancestry and admixture from four continents: Utility and applications. *Hum Mutat* 29 (5):11
123. Phillips C, Prieto L, Fondevila M, Salas A, Gómez-Tato A, Álvarez-Dios J, al e (2009) Ancestry analysis in the 11-M Madrid bomb attack investigation. *PLoS One* 4 (8)
124. Rosenberg N, Pritchard J, Weber J, Cann H, Kidd K, Zhivotovsky L (2002) Genetic structure of human populations. *Science* 298 (5602):6
125. SPSS Factor Analysis - Beginners Tutorial. SPSS. <https://www.spss-tutorials.com/spss-factor-analysis-tutorial/>. Accessed November, 23th, 2018
126. Moore-Jansen PM, Ousley SD, Jantz RJ (1994) Data Collection Procedures for Forensic Skeletal Material, vol 48. Report of Investigations. Department of Anthropology, University of Tennessee, Knoxville, USA
127. Buikstra JE, Ubelaker DH (1994) Standards for Data Collection From the Human Skeletal Remains, vol 44. Arkansas Archaeological Survey Research Series. Fayetteville, USA
128. Howells WW (1973) Cranial Variation in Man: A Study by Multivariate Analysis of Patterns of Difference among Recent Human Populations, vol 67. Papers of the Peabody Museum. Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, Mass, USA
129. Guía sobre la participación en programas de intercomparaciones (2008). G-ENAC-14 Rev. 1
130. Piga Rivero A, Alfonso Galán MT, Barreda Cabanillas I, Fernández Laredo A (2019) Medicina Legal en la Unión Europea. In: Gisbert Calabuig. *Medicina Legal y Toxicología*. 7ª ed. de Enrique Villanueva Cañadas edn. Elsevier, Barcelona, España, pp 10-14
131. Verhoff MA, Ramsthaler F, Krahahn J, Deml U, Gille RJ, Grabherr S, Thali MJ, Kreutz K (2008) Digital forensic osteology--possibilities in cooperation with the Virtopsy project. *Forensic Sci Int* 174 (2-3):152-156. doi:10.1016/j.forsciint.2007.03.017
132. Cignoni P, Callieri M, Corsini M, Dellepiane M, Ganovelli F, Ranzuglia G (2008) Meshlab: an Open-Source Mesh Processing Tool. . In: V Scarano RdC, and U. Erra (editors) (ed)
133. Arge S, Boldsen JL, Wenzel A, Holmstrup P, Jensen ND, Lynnerup N (2018) Third molar development in a contemporary Danish 13-25 year old population. *Forensic Science International* 289:12-17. doi:10.1016/j.forsciint.2018.05.005
134. 3DSCANEXPERT. <https://3dscanexpert.com/contact/>. Accessed November, 23th, 2018