

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA  
Departament d'Anatomia I Embriologia Humana  
Programa de Doctorado 3139 Medicina



**“ANATOMÍA CUANTITATIVA DEL ANGULO MANDIBULAR”**

**TESIS DOCTORAL**

Presentada por:

**Borja Faus Valero**

Dirigida por:

**Dr. Juan Alberto Sanchis Gimeno**

Julio 2021



**“ANATOMÍA CUANTITATIVA DEL ANGULO MANDIBULAR”**

Trabajo de investigación que presenta

**Borja Faus Valero**

Para optar al grado de

**Doctor por la Universitat de València.**

Dirigido por el doctor

**Juan Alberto Sanchis Gimeno**  
Profesor titular de Universidad

Realizado en el:

**Departament d'Anatomia i Embriologia Humana**  
Universitat de València

2021

VALENCIA





JUAN ALBERTO SANCHIS GIMENO, Profesor Titular del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la Universitat de València

CERTIFICA QUE:

El trabajo de Tesis Doctoral titulado “Anatomía cuantitativa del ángulo mandibular” que presenta el graduado D. Borja Faus Valero para optar al Grado de Doctor, ha sido realizado bajo mi dirección, estando de acuerdo para ser juzgado.

Y para que conste y surta los efectos oportunos, firmo la presente en Valencia a 4 de junio de 2021

Fdo: Juan Alberto Sanchis Gimeno



## AGRADECIMIENTOS

---





## **AGRADECIMIENTOS**

Especialmente deseo darle las gracias a D<sup>a</sup> Susanna Llidó Torrent por su incansable ayuda y paciencia conmigo durante estos años. Asimismo, deseo dar las gracias a todos los miembros y colaboradores del grupo GIAVAL y del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la Universitat de València que han ayudado de forma desinteresada para lograr llevar a buen puerto la Tesis.

Tampoco debo olvidar agradecer toda la ayuda prestada por los Profesores Joaquín Lomba Maurandi, María Haber Uriarte y Azucena Avilés de la Universidad de Murcia y al Profesor Shahed Nalla, de la Universidad de Johannesburgo e Investigador Asociado de la Universidad de Witwatersrand, así como a todos los miembros del grupo de investigación SONEV de la UCV, puesto que sin todos ellos nunca se habría podido realizar esta Tesis Doctoral.

No puedo olvidarme tampoco de dar las gracias a todos los compañeros de trabajo con los que he ido creciendo y aprendiendo día a día tanto en Puzol, como en Valencia y Montserrat.

Finalmente, no puedo olvidarme de mi familia puesto que sin ellos no sería posible esta Tesis Doctoral: mi padre, Vicente Gabriel Faus Badía, con su estímulo y apoyo constante, mi hermano Vicente, que me inculcó el interés por la investigación dentro del grupo GIAVAL, y por supuesto, este trabajo está dedicado muy especialmente a la memoria de mi madre.

A todo el mundo muchas gracias.



# PREÁMBULO

---



## **PREÁMBULO**

A la hora de plantearse una Tesis Doctoral surgen múltiples preguntas y dudas como ¿qué tema desarrollar? o ¿estaré capacitado para desarrollar la Tesis?

Las respuestas a todas esas preguntas fueron resueltas tras múltiples reuniones con el grupo de investigación GIAVAL de la Universitat de València, de tal modo, que la presente Tesis es el resultado final del camino iniciado en el año académico 2015/16 con la realización del Máster de Investigación en Biomedicina. En el Trabajo de Fin de Master del año 2016 ya nos centramos en el estudio del ángulo goníaco y en la presente Tesis hemos dado respuesta a las preguntas que nos surgieron en su día durante la realización del Trabajo de Fin de Master.

Además, esta Tesis Doctoral sólo ha sido posible gracias a la creación de un grupo multidisciplinario de investigadores de diferentes Universidades y países coordinado a través del grupo GIAVAL de la Universitat de València, cosa que deseo resaltar, ya que sin el trabajo y la ayuda de todos ellos no habría sido posible realizar la presente Tesis Doctoral.

Es bajo el prisma de la colaboración mutua investigadora multidisciplinaria e internacional desde el que se ha realizado y debe comprenderse la Tesis Doctoral que se presenta ya que hemos debido combinar grupos especializados en la anatomía, la arqueología, la historia, la odontología, la antropología forense, la antropología física, el análisis de datos, etc.

Finalmente, en las reuniones con mi Director de Tesis decidimos optar por una Tesis Doctoral con un tema directo y específico que además presentase futuras líneas de

investigación a realizar. Es por ello que hemos optado por los modelos actuales de Tesis directas, especializadas y concisas.







# INDICE

---



# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1.	BREVE RESEÑA DE LA ANATOMÍA MACROSCÓPICA MANDIBULAR .....	3
1.2.	EL ÁNGULO MANDIBULAR O GONÍACO Y SUS VALORES.....	7
1.3.	LA ANATOMÍA CUANTITATIVA .....	10
<b>2.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1.	SUJETOS DE ESTUDIO .....	21
3.1.1.	<i>MUESTRA CALCOLÍTICA (III MILENIO A.C.)</i> .....	21
3.1.2.	<i>MUESTRA MEDIEVAL (SIGLOS XI-XIV)</i> .....	25
3.1.3.	<i>MUESTRA CONTEMPORÁNEA (SIGLO XX)</i> .....	27
3.2.	MEDICIÓN DEL ÁNGULO GONÍACO .....	28
3.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	29
3.4.	NORMAS DE LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
4.1.	MUESTRA CALCOLÍTICA .....	35
4.2.	MUESTRA MEDIEVAL.....	43
4.3.	MUESTRA CONTEMPORÁNEA.....	51
4.4.	COMPARACIÓN ENTRE LAS MUESTRAS CALCOLÍTICA, MEDIEVAL Y CONTEMPORÁNEA .....	60
4.5.	REPRODUCIBILIDAD Y REPETIBILIDAD DE LAS MEDICIONES .....	67
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>71</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>99</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>117</b>
8.1.	ANEXO TABLAS .....	117
8.2.	ANEXO GRÁFICOS .....	127

8.3.	LISTA DE FIGURAS.....	143
8.4.	LISTADO DE TABLAS .....	147





# INTRODUCCIÓN

---

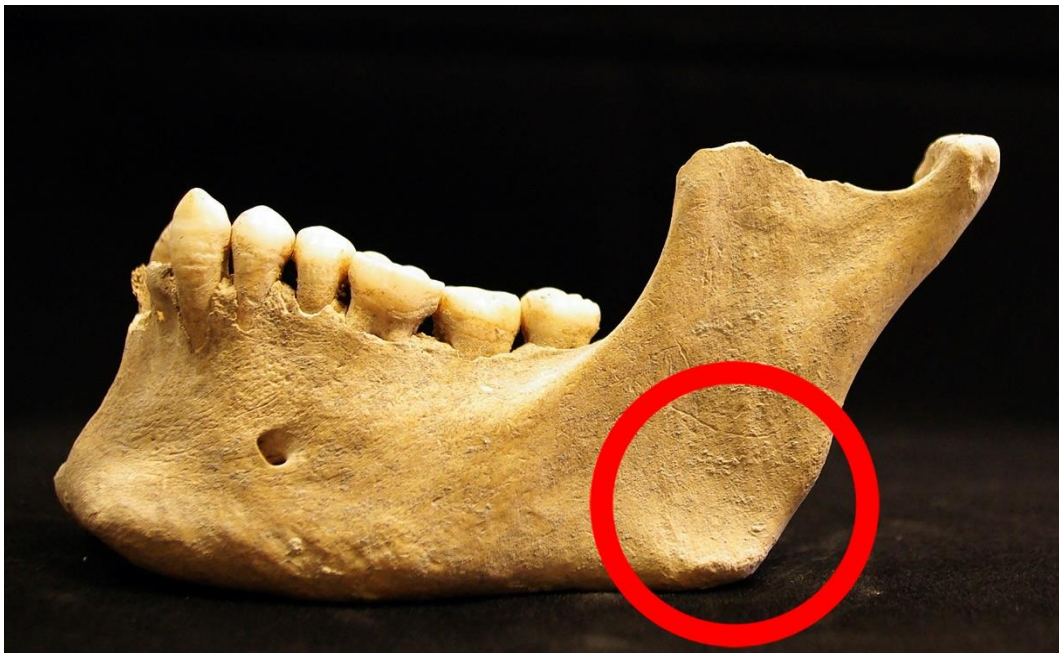




## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Breve reseña de la anatomía macroscópica mandibular

La mandíbula está compuesta por el cuerpo, que es la parte anterior, y las dos ramas, que son dos procesos verticales ubicados a cada lado del cuerpo (izquierda y derecha), que se unen al cuerpo en el ángulo de la mandíbula, también llamado ángulo goníaco. En la cara superior de cada rama, las apófisis coronoides y condílea se articulan con el hueso temporal para crear la articulación temporomandibular que permite la movilidad implicada en la masticación (Drake et al., 2010; White et al., 2011).



**Figura 1.** Visión lateral de una mandíbula esquelética con la región de interés de la presente Tesis Doctoral enmarcada por el círculo de color rojo

El desarrollo de la mandíbula se inicia a partir del primer arco faríngeo o arco mandibular que da lugar al cartílago de Meckel (Lipski et al., 2013). Una membrana fibrosa cubre el cartílago de Meckel izquierdo y derecho en sus extremos ventrales, cada uno de los cuales da lugar a un solo centro de osificación. Estas dos mitades o hemimandíbulas se fusionan a través del fibrocartílago en la sínfisis mandibular, de tal modo que tras nacer la mandíbula todavía está compuesta por dos huesos separados o hemimandíbulas, produciéndose la osificación y fusión de la sínfisis mandibular a lo largo del primer año de vida extrauterina, dando lugar a la mandíbula como un único hueso (Lipski et al., 2013). No obstante, también es frecuente que la presencia de una depresión del tejido blando suprayacente en la línea media de la mandíbula, es decir, en el mentón, debido a la fusión inadecuada o ausente de la sínfisis mandibular durante el desarrollo embrionario, cosa que se observa en mayor frecuencia en la población masculina (Ladani et al., 2013). Asimismo, la mandíbula es un hueso que va cambiando su morfología mediante un patrón de crecimiento en el que se combina principalmente el crecimiento desde la superficie posterior de la rama ascendente, el cóndilo y la apófisis coronoides, al tiempo que el mentón se desplaza hacia delante y abajo (Enlow and Hans, 1998).

El crecimiento mandibular suele cesar sobre los 17 años en las mujeres y los 19 años en los varones (De Sousa et al., 2009). Estos cambios anatomo-morfológicos se pueden observar también en el ángulo goníaco puesto que inicialmente tiene unos valores más largos y a medida que se alcanza la edad adulta estos valores disminuyen (Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018).

A nivel macroscópico, y una vez formada la mandíbula definitiva tras la fusión de ambas hemimandíbulas izquierda y derecha, es cuando podemos observar el cuerpo definitivo, que es la porción anterior de la mandíbula y está limitado por dos superficies (externa e interna) y dos bordes (el alveolar que es el borde superior, contiene las cavidades huecas en las que residen los dieciséis dientes inferiores, y el inferior que crea la línea de la mandíbula inferior y contiene un pequeño surco por el que pasa la arteria facial). El cuerpo y ambas ramas se relacionan a cada lado en el ángulo mandibular izquierdo y derecho, también conocido como ángulo goníaco (Drake et al., 2010; White et al., 2011).

La rama contribuye a la porción lateral de la mandíbula a ambos lados. La apófisis coronoides y la condílea se localizan en la cara superior de la rama; la coronoides en posición anterior y la condílea en posición posterior, estando separadas por la muesca mandibular. La rama está limitada por dos superficies (lateral y medial) y cuatro bordes (superior, inferior, posterior, anterior) y contiene los dos procesos o apófisis coronoides y condílea (Drake et al., 2010; White et al., 2011).

La apófisis coronoides se localiza en la cara superior de la rama. Su borde anterior es continuo con el de la rama y su borde posterior crea el límite anterior de la muesca mandibular. El músculo temporal y el masetero se insertan en su superficie lateral. La apófisis condílea también se localiza en la cara superior de la rama y se divide en dos partes, el cuello y el cóndilo. El cóndilo es la porción más superior y contribuye a la unión temporomandibular articulándose con el disco articular (Drake et al., 2010; White et al., 2011).

La vascularización de la rama mandibular depende de una red de vasos que surgen principalmente de la arteria alveolar inferior, mientras que una red de vasos surgidos de las ramas peri-mandibulares de la arteria maxilar, la arteria facial, la arteria carótida externa y la arteria temporal superficial, vascularizan el cuerpo mandibular, mientras que la vascularización de los dientes mandibulares depende de ramas de división procedentes de la arteria alveolar inferior (Saka et al., 2002).

El drenaje linfático de la mandíbula se realiza de forma directa en los ganglios submandibulares o de forma indirecta vía el ganglio linfático submentoniano en la zona de la sínfisis, ya que el ganglio linfático submentoniano acaba drenando en los ganglios submandibulares (Saka et al., 2002).

El principal nervio asociado con la mandíbula es el nervio alveolar inferior, que es una rama de la división mandibular del nervio trigémino. El nervio alveolar inferior entra en el foramen mandibular y se dirige hacia delante en el canal mandibular donde envía ramas a los dientes inferiores y proporciona sensación. En el agujero mentoniano, el nervio alveolar inferior se ramifica hacia el nervio incisivo y mentoniano. El nervio mentoniano sale del foramen mentoniano y se dirige hacia arriba para proporcionar sensación al labio inferior. El nervio incisivo discurre por el canal incisivo y proporciona inervación al premolar mandibular, el canino y los incisivos laterales y centrales (Lee et al., 2015).

En la mandíbula se originan diversos músculos (mentoniano, orbicular de la boca, depresor del labio inferior, depresor del ángulo de la boca, bucinador, digástrico, milohioideo, genihioideo, geniogloso, la porción milofaríngea del constrictor superior de la faringe) y se insertan otros (platisma, masetero superficial, y profundo, pterigoideo

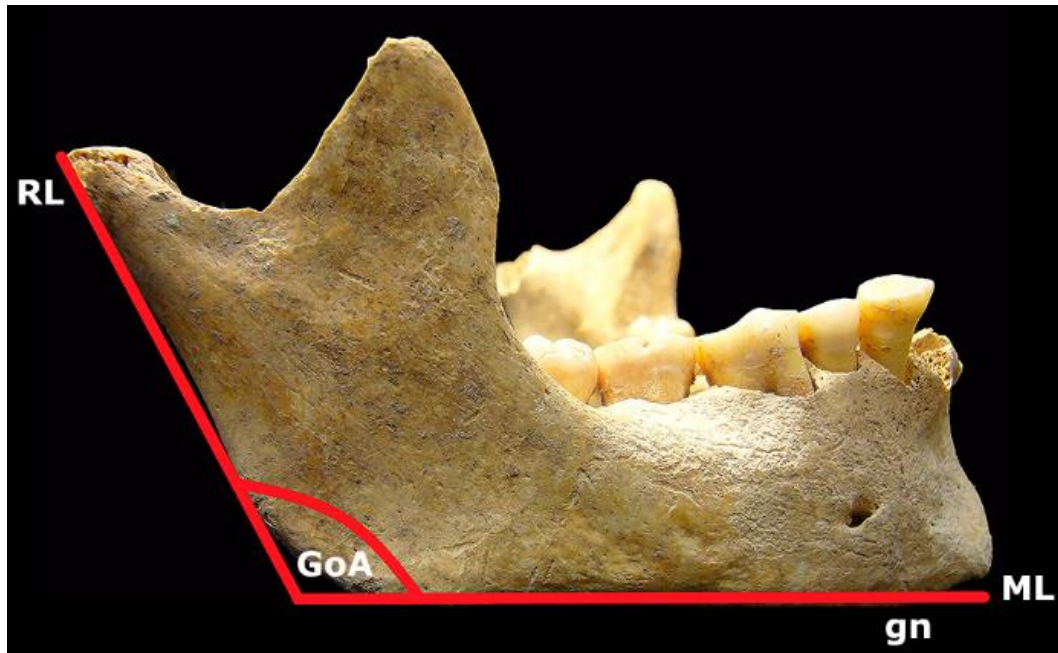
medial, la cabeza inferior del pterigoideo lateral, temporal); dentro de ellos resultan de especial interés los músculos principales de la masticación que son los temporales, pterigoideo medial, pterigoideo lateral y masetero (Alomar et al., 2007).

Los músculos principales de la masticación se adhieren a las ramas de la mandíbula para permitir con su acción llevar a cabo los movimientos necesarios para la masticación como son la elevación, depresión, protrusión, retracción y los movimientos laterales de la mandíbula. Estos músculos principales de la masticación actúan de forma perfectamente coordinada con los músculos accesorios de la masticación que son el platisma, buccinador, digástrico, milohioideo, geniohioideo, esternohioideo, esternotiroideo, tirohioideo y omohioideo (Alomar et al., 2007; Mazza et al., 2009).

## **1.2. El ángulo mandibular o goníaco y sus valores**

El ángulo goníaco o mandibular es el ángulo de la mandíbula (Fig. 2) formado entre la línea de la rama y la línea mandibular según se ve desde la cara lateral de la mandíbula. La línea de la rama es la tangente al borde posterior de la mandíbula y la línea mandibular es el borde inferior de la mandíbula a través del gnathion (Ohm y Silness, 1999; Dhara et al., 2019). El valor de este ángulo sirve para describir la morfología mandibular, de tal modo que cuanto más largo es el ángulo goníaco más vertical y grácil es el patrón mandibular y facial (Bjork, 1969; Sassouni, 1969).

Diferentes autores han estudiado los valores del ángulo goníaco en población actual. En esos estudios se han encontrado resultados dispares respecto a si existen diferencias en los valores del ángulo goníaco en función del género, edad y lateralidad.



**Figura 2.** Representación esquemática del ángulo goníaco (GoA). RL: línea de la rama; ML: línea mandibular; gn: gnathion

En la relación con la edad, Los valores de los ángulos goníaco parece disminuir o detenerse a partir de los 21 años en adelante (Larrazábal and Sanchis-Gimeno, 2018).

A este respecto, Ogawa and Osato (2013) encontraron un descenso significativo de los valores del ángulo goníaco conforme se avanza en edad partiendo de un valor inicial de 129.5° hasta alcanzar un valor de 122.78°. Bhardwaj et al., (2014) también encontraron diferencias en los valores del ángulo goníaco en sus subgrupos de 25-34, 35-44 y 45-54 años de edad, respectivamente.

En el estudio llevado a cabo por Haavikko et al., (1978) en sujetos con edad comprendida entre 13.5 y los 19.5 años, se encontró un descenso de 2.6° en los valores del ángulo goníaco.

En un estudio realizado por Altonen et al., (1977) en sujetos cuya edad partía desde los 5 hasta los 19 años, los valores del ángulo goníaco disminuyeron en hombres y mujeres partiendo de valores de 130.6° en los hombres y 131.0° en las mujeres hasta alcanzar valores de 128.2° y 128.4° respectivamente en los hombres y mujeres.

Upadhyay et al., (2012) encontraron un descenso de los valores del ángulo goníaco con valores de media de  $133.96 \pm 8.15$ ,  $129.36 \pm 7.58$ , y  $127.29 \pm 10.88$  en los subgrupos de 6-16 años, 17-35 años, y 35-72 años, respectivamente.

Xie y Ainamo (2004) analizaron las diferencias en el valor del ángulo goníaco entre el género en un subgrupo de sujetos a una edad promedio de 27 años, en un segundo subgrupo a una edad promedio de 64 años y en un tercer subgrupo de sujetos mayores de 80 años. Encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en sus primeros dos subgrupos, pero no diferencias de género en sujetos edéntulos mayores.

Sin embargo, Dutra et al., (2004), Chole et al., (2013) y Abu-Taleb y El Beshlawy (2015) no encontraron ninguna relación entre la edad y los valores del ángulo goníaco.

Lo mismo puede decirse del género, ya que algunos estudios han revelado diferencias significativas entre hombres y mujeres.

De este modo, autores como Ohm y Silness (1999), Dutra et al., (2004), Uthman (2007) y Hassan (2011) no encontraron diferencias significativas al comparar los valores del ángulo goníaco de las mujeres y los hombres.

Por el contrario, otros autores sí las han encontrado: Bhardwaj et al., (2014) obtuvieron valores significativamente más altos en mujeres que en hombres ( $122.10 \pm 6.04$  y  $117.66 \pm 6.54$ , respectivamente).

Huumonen et al., (2010) también encontraron valores de ángulo goníaco más altos en las mujeres que en los hombres ( $127.3 \pm 6.4$  y  $123.3 \pm 7.4$ , respectivamente), y Abu Alhaija et al., (2011) encontraron valores de ángulo goníaco de  $125.10 \pm 7.06$  en mujeres y  $123.43 \pm 7.85$  en hombres, siendo también significativas las diferencias encontradas entre los hombres y las mujeres estudiadas.

Respecto a la lateralidad, Chole et al., (2013) y Bhardwaj et al., (2014) encontraron valores significativamente mayores en el ángulo izquierdo mientras que otros autores no encontraron diferencias significativas entre los valores del ángulo goníaco izquierdo y derecho (Altonen et al., 1977; Dutra et al., 2004; Uthman, 2007; Upadhyayet al., 2012; Zangouei-Booshehri et al., 2012).

Es decir, en la actualidad existe una clara discrepancia en la literatura científica sobre los valores del ángulo goníaco en función de la edad, género (dimorfismo sexual) y lateralidad (asimetría).

### **1.3. La Anatomía Cuantitativa**

La Anatomía Cuantitativa es la parte de la Anatomía que mediante la ayuda de mediciones numéricas obtiene conclusiones sobre formas y procesos biológicos puesto que la precisión numérica es el único criterio de la verdad de las teorías y la exactitud de los experimentos (Thompson, 1948).



En los últimos años, se observado un aumento considerable del interés por los métodos cuantitativos aplicados a los estudios anatómicos (Ercan et al., 2015). En anatomía es más fácil discutir las diferencias entre grupos étnicos y raciales, comparar variaciones individuales en ambos sexos y examinar las estructuras anatómicas de órganos u organismos con respecto a enfermedades o factores ambientales aplicando los protocolos de la anatomía cuantitativa, puesto que en los estudios que aplican la anatomía cuantitativa se incide con especial énfasis en el estudio del tamaño ligados a las diferencias por sexo, etnia, crecimiento y desarrollo, clase social, ocupación y envejecimiento (Ercan et al., 2015).

La investigación en anatomía cuantitativa se inicia con la recolección de datos numéricos, posteriormente se realizan el análisis de los mismos y finalmente se hacen inferencias que puedan dar respuestas a las hipótesis y objetivos de los estudios. De este modo, la anatomía cuantitativa es de especial importancia para los anatomistas en cualquiera de sus subespecialidades, así como para los investigadores médicos o de cualquier área de ciencias de la salud, antropólogos, etc, y en este caso, es la mejor aproximación para dar respuesta a las preguntas relativas al ángulo mandibular o goníaco que se plantean en la Tesis Doctoral.



# JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

---



## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

A día de hoy, y pese a que como hemos relatado anteriormente los valores del ángulo goníaco se han estudiado en poblaciones actuales (Dutra et al., 2004; Uthman, 2007; Upadhyay et al., 2012; Chole et al., 2013; Bhardwaj et al., 2014; Leversha et al., 2016; Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018), existen cuestiones relativas sobre los factores que pueden influir en la morfología y la morfometría del ángulo goníaco que son un foco constante de debate y controversia en la comunidad científica.

En este contexto, diferentes investigadores han presentado resultados contradictorios después de analizar el tamaño y la forma de la mandíbula, tanto mediante mediciones de morfometría tradicional y morfometría geométrica, para determinar posibles cambios morfológicos de la mandíbula durante los últimos siglos, la presencia de dimorfismo sexual y la posibilidad de asimetría en los valores de los ángulos goníacos (Varrella, 1990; Luther, 1993; Kaifu, 1997; Gungor et al., 2007; Hayashi et al., 2011; Rando et al., 2014; Toro-Ibacache et al., 2016; Toro-Ibacache et al., 2019).

Uno de los aspectos más controvertidos es la posibilidad de que los sujetos contemporáneos presenten valores mayores del ángulo goníaco en comparación con sujetos pasados. Algunos autores han sugerido que los cráneos modernos tienden a tener ángulos goníacos más largos (obtusos) (Varrella, 1990; Luther, 1993; Rando et al., 2014), debido a la dieta moderna compuesta de alimentos procesados más blandos (Rando et al., 2014) en comparación con la dieta preindustrial no procesada, que requería una actividad masticatoria más vigorosa para lograr triturar los alimentos y facilitar su ingesta (Varrella, 1990).

Los posibles aumentos de los valores del ángulo goníaco estarían en consonancia con las investigaciones que han revelado que la forma mandibular varía en función de las fuerzas que aplican los músculos temporal y masetero durante la masticación (Sella-Tunis et al., 2018). Sin embargo, Gungor et al., (2007) compararon los valores del ángulo goníaco de los sujetos actuales con series esqueléticas de diferentes poblaciones de Anatolia, para investigar posibles cambios desde el período mesolítico, y concluyeron que no hay una evidencia clara en el cambio de los valores del ángulo goníaco en el transcurso de los últimos siglos.

El estudio de restos esqueléticos calcolíticos, medievales y contemporáneos nos permitirá responder algunas de las preguntas motivo de discusión mencionadas con anterioridad.

Partiendo de lo indicado anteriormente, en la presente Tesis Doctoral se desarrollará un estudio mediante anatomía cuantitativa para valorar las posibles diferencias en los valores de ángulo goníaco entre mandíbulas calcolíticas, medievales y contemporáneas para alcanzar los siguientes objetivos:

1. Como objetivo principal testar la Hipótesis de que actualmente los valores del ángulo goníaco son mayores que hace siglos.
2. Asimismo, mediante la presente investigación se pretende testar si existe asimetría y dimorfismo sexual en los valores del ángulo goníaco de muestras esqueléticas datadas en los últimos 5.000 años.











### 3. MÉTODOS

Para testar tanto la hipótesis principal como para alcanzar los objetivos del presente Trabajo Doctoral se ha desarrollado un estudio prospectivo transversal descriptivo sobre mandíbulas provenientes de esqueletos calcolíticos, medievales y contemporáneos. Para la realización de la investigación se obtuvo la aprobación del Comité Ético de Investigación en Humanos (núm. procedimiento HI393415855483) de la Universidad de Valencia, y se siguieron los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki de 1975 (revisada en 2000). Asimismo, se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética.

#### 3.1. Sujetos de estudio

##### 3.1.1. MUESTRA CALCOLÍTICA (III MILENIO A.C.)

Como criterio general se requirió que las mandíbulas proviniesen de esqueletos adultos de sexo conocido con edades al fallecer establecidas entre los 20 y 50 años, y que tuvieran ambas hemimandíbulas completas, con al menos una cuarta parte de la dentición en la que estuviesen como mínimo presentes los dientes número 35, 36, 37, 45, 46 and 47, y sin terceros molares impactados. Estos criterios se aplicaron al conjunto de las muestras calcolítica, medieval y contemporánea (muestra del siglo XX).

En la muestra contemporánea del siglo XX se tenía registro tanto del sexo como de la edad al fallecer, no así en las muestras calcolíticas y medievales. Debido a la falta de disponibilidad de registros antiguos sobre la edad al morir y el sexo de cada esqueleto

de la muestra calcolítica y medieval, la edad y sexo de dichos esqueletos se determinaron mediante la evaluación de la metamorfosis en la extremidad esternal de la costilla, el cartílago tiroideo osificación, sinostosis del hueso craneal y morfología de la sínfisis púbica (Burns, 2008). Asimismo, y para obtener una muestra contemporánea lo más similar a la muestra calcolítica y la Medieval, las mandíbulas del siglo XX se obtuvieron de esqueletos que fallecieron antes de 1970 para evitar el posible efecto de los tratamientos actuales de ortodoncia en los valores morfométrico mandibulares (Furquim et al., 2018).

El material analizado en este estudio corresponde a una muestra de 48 individuos adultos (25 hombres y 23 mujeres) del sepulcro colectivo calcolítico Camino del Molino (CMOL), localiza a 592 m snm, a 38° 06' 07.45'' N y 1° 51' 27.17'' W, al pie del farallón rocoso de travertino sobre el que se extiende actualmente la ciudad de Caravaca de la Cruz en Murcia, España.

El enterramiento fue descubierto fortuitamente en diciembre de 2007, como consecuencia de unas obras de urbanización, y excavado posteriormente como una actuación de urgencia (Haber et al., 2013) que se iniciaron en febrero de 2008 y se prolongaron hasta noviembre de ese mismo año (Lomba et al., 2009).

Se trata de un enterramiento múltiple y sucesivo en una cavidad natural (Figura 3), siendo usado, según el registro arqueológico y la datación radiocarbónica, como sepulcro colectivo ininterrumpidamente en torno a 350-400 años, durante la segunda mitad del III Milenio cal. BC (Lomba et al., 2009).

El radiocarbono sitúa a los primeros cuerpos depositados en torno al  $4.260 \pm 40$  BP (Beta- 244973) y los últimos sobre el  $3.850 \pm 40$  BP (Beta- 244974) (Lomba et al., 2009); es decir, entre el 2.350 a.C. y el 1.830 a.C. (Avilés et al., 2012).

Para este sepulcro se ha establecido el número mínimo de individuos en 1.300, calculo estimado a partir de los cráneos hallados, el 30% son población infantil y el 70% restante corresponde a adultos de todas las edades y sexos (Haber et al., 2013). Debido al alto grado de fragmentación de los restos esqueléticos (ver Figura 3) muy pocos de ellos presentaban mandíbulas que cumplieran con los requisitos establecidos en la presente investigación.



**Figura 3.** Imagen del sepulcro colectivo calcolítico Camino del Molino (Caravaca de la cruz).  
Fotografía cortesía de Azucena Avilés, Dept. de Prehistoria, Universidad de Murcia.

### 3.1.2. MUESTRA MEDIEVAL (SIGLOS XI-XIV)

La muestra medieval proviene del trabajo de campo que realizado entre 2017 y 2019 tras descubrirse la necrópolis de L'Alcudiola durante las obras de construcción de la autovía A-38.

La necrópolis de L'Alcudiola se encuentra a 6 km de la costa mediterránea de España, a unos 49 km al sur de la moderna ciudad de Valencia y en la misma se han encontrado 208 (100%) esqueletos completos. Una vez se aplicaron los criterios de inclusión, 69 (33.2%) de las 208 (100%) mandíbulas encontradas en la necrópolis de L'Alcudiola que pertenecían a 33 mujeres y 36 hombres se usaron en el estudio.



**Figura 4.** Imagen de la recuperación in situ de los restos humanos encontrados en el cementerio medieval de L'Alcudiola.

Con el fin de proteger el sitio arqueológico de actos de saqueo del patrimonio como sucedió en 2019, las autoridades locales nos pidieron que no se proporcionara la ubicación exacta vía GPS, mapas y fotografías aéreas, que permitiesen la localización precisa de la necrópolis. Por ello, y siguiendo las peticiones de las autoridades, sólo presentamos una imagen del trabajo de campo que realizamos en la necrópolis (Fig. 4) y una imagen de mapa aéreo en la que no es posible identificar la localización exacta de la necrópolis (Fig. 5).



**Figura 5.** Vista aérea de la zona donde se localiza la necrópolis de L'Alcudiola.  
<https://www.lasprovincias.es/safor/vandalos-asaltan-necropolis-20180719002024-ntvo.html>



### 3.1.3. MUESTRA CONTEMPORÁNEA (SIGLO XX)

La muestra contemporánea estuvo compuesta por 146 mandíbulas de esqueletos de sujetos de ancestro europeo (70 mujeres y 76 hombres) obtenidas de la Raymond A. Dart Collection (Colección Dart) de la Universidad de Witwatersrand (Johanesburgo, Sudáfrica). Estos sujetos fallecieron antes de 1970.

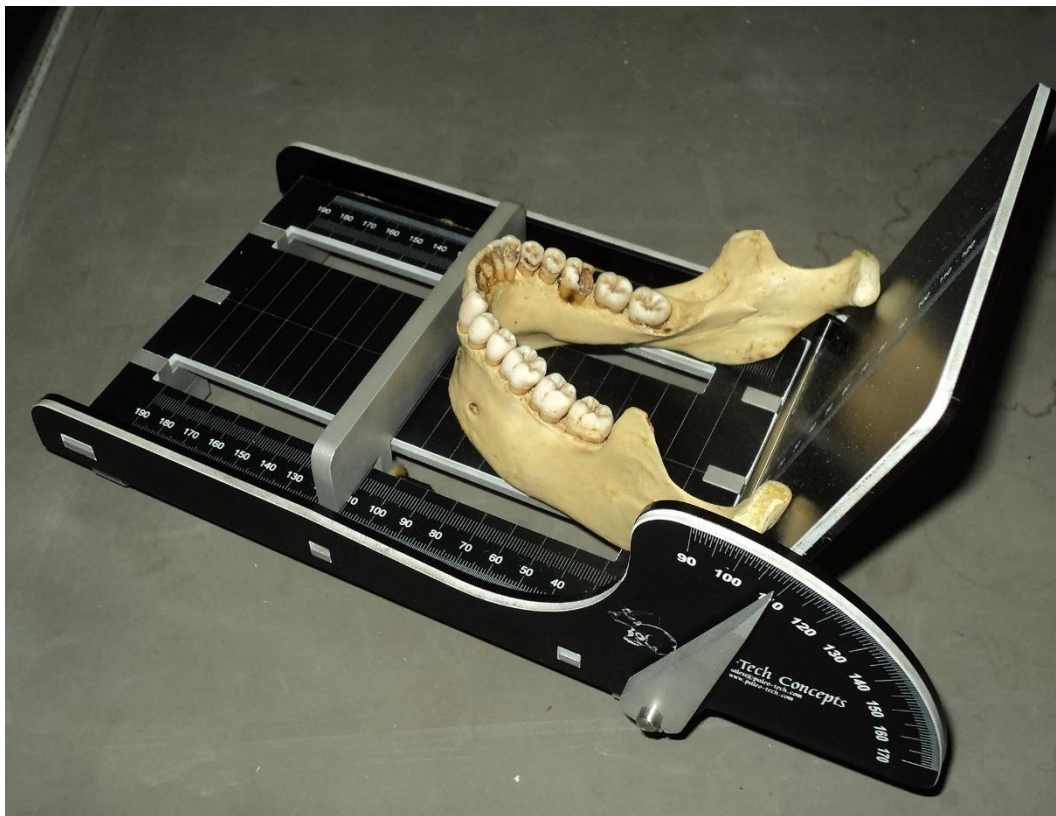
La Colección Dart es una colección anatómica de referencia mundial de enseñanza e investigación iniciada por el Profesor Raymond A. Dart en 1921 aplicando de entrada técnicas de disección que dañasen mínimamente a los huesos de los cadáveres del departamento de Anatomía de la Universidad de Witwatersrand (Sudáfrica), con la finalidad de conseguir una colección de especímenes intactos (Dayal et al., 2009).

La continuación del trabajo de Raymond A. Dart a lo largo de los años dio como resultado que el número de especímenes aumentase, y se llegó a estimar que en algún momento dado entre 1921 y finales del siglo XX, hasta 4.000 esqueletos habían formado parte de la colección (Dayal et al., 2009).

A finales del siglo XX empezó la catalogación completa de los esqueletos, siendo desechados aquellos que no tuviesen documentación sobre el sexo, la edad y la afinidad de la población de origen, de tal modo que la Colección Dart consta en la actualidad de 2.605 esqueletos humanos modernos recolectados entre 1921 y el presente, que incluyen documentación sobre el sexo, la edad, la afinidad de la población, el estado de integridad de los esqueletos y sus cráneos y mandíbulas asociados (Dayal et al., 2009). Es por ello que la Colección Dart era la idónea para realizar el presente trabajo.

### 3.2. Medición del ángulo goníaco

La medición del ángulo goníaco se realizó mediante un mandibulómetro convencional (Fig. 6) entre julio de 2017 y julio de 2020. El valor del ángulo goníaco utilizado en el presente trabajo fue la media de tres medidas consecutivas realizadas por un investigador.



**Figura 6.** Imagen del mandibulómetro convencional utilizado en esta investigación para el análisis de las muestras esqueléticas.

El total de mandíbulas esqueléticas analizadas en las tres muestras ascendió a 263 (100%) de las que 48 (18.6%) fueron calcolíticas, 69 (26.2%) medievales y 146 (55.5%) contemporáneas. Del total de mandíbulas estudiadas 126 (47.9%) pertenecían a mujeres y 137 (52.1%) hombres.

De este modo, el total de ángulos goníacos medidos en las 263 mandíbulas estudiadas ascendió a 526 (100%): 96 (18.6%) de ellos fueron de sujetos del período calcolítico, 138 (26.2%) medievales y 292 (55.5%) contemporáneos.

Las mediciones de los ángulos goníacos se realizaron en el laboratorio del Departamento de Prehistoria de la Universidad de Murcia bajo la supervisión del Profesor Joaquín Lomba Maurandi (muestra calcolítica), en el laboratorio del Grupo Giaval del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la Universitat de València (muestra medieval), y en las instalaciones de la Raymond A. Dart Collection de la Universidad de Witwatersrand de Johannesburgo, Sudáfrica (muestra contemporánea), bajo la supervisión del Profesor Shahed Nalla.

### **3.3. Análisis estadístico**

Los datos se ingresaron y almacenaron en un archivo MS-Excel, y luego se transfirieron al software SPSS v.23 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) para su análisis estadístico.

Las variables analizadas se presentan en las tablas como media  $\pm$  desviación estándar (DE), rango, mínimo, máximo, intervalos de confianza del 95% (IC95%), conteo y porcentaje. Asimismo, la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos se representan en gráficos. La normalidad de la distribución de datos se determinó mediante el uso de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

La diferencia entre proporciones se realizó con la prueba z (z test). Las diferencias entre medias se hicieron con la prueba t de Student pareada o no pareada, según fuese necesario. En el caso de tres o más medias, se realizó la prueba ANOVA y la prueba

post hoc de Tukey. El nivel de significatividad que se consideró en el estudio estadístico fue del 5% ( $\alpha = 0.05$ ).

Las estimaciones del coeficiente de correlación intraclase (ICC) y sus intervalos de confianza (IC) del 95% se calcularon en base a un modelo de efectos mixtos de 2 vías. Los valores del ICC inferiores a 0.5 se consideraron indicativos de poca fiabilidad, los valores entre 0.5 y 0.75 indicaron fiabilidad moderada, los valores entre 0.75 y 0.90 indicaron buena fiabilidad y los valores superiores a 0.90 indicaron fiabilidad excelente (Koo and Li, 2016).

### **3.4. Normas de las referencias bibliográficas**

En el tratamiento de las referencias bibliográficas de la presente Tesis Doctoral se ha optado por seguir las normas establecidas por la *Sociedad Anatómica Española* en su revista oficial, el *European Journal of Anatomy (EJA)*, que aparecen expresadas en el siguiente enlace: <http://www.eurjanat.com/web/instructions-authors.php>.





## RESULTADOS

---

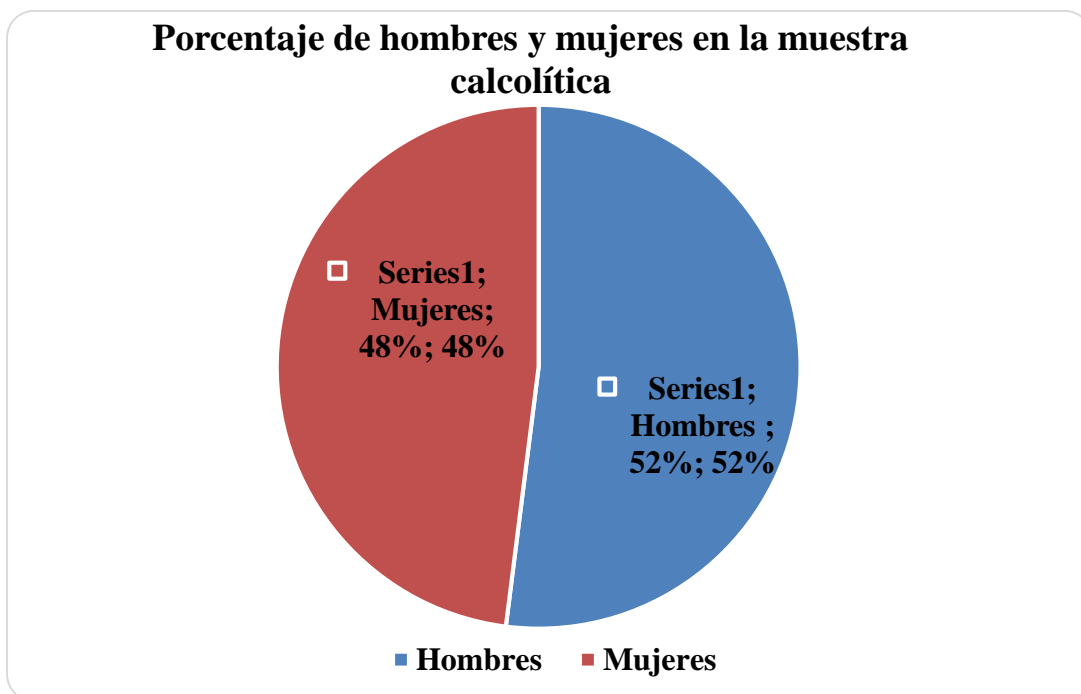




## 4. RESULTADOS

### 4.1. Muestra Calcolítica

La muestra calcolítica (n=48) estuvo compuesta por 23 mujeres y 25 varones, de tal modo que no hubo diferencias significativas en la proporción entre sexos ( $p = 0.710$ ; z test).



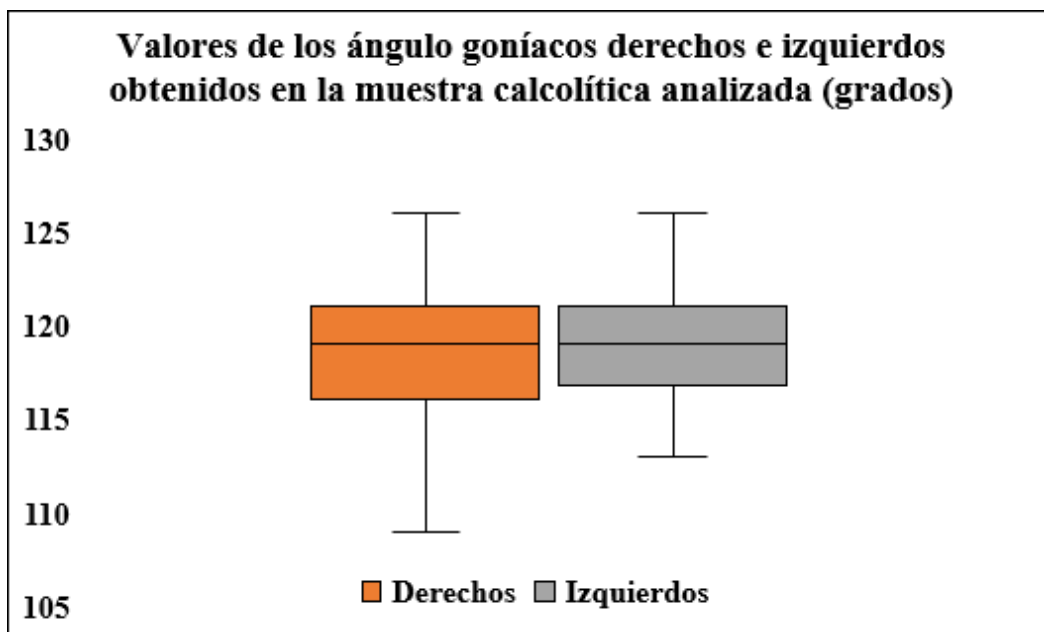
Asimismo, el análisis de la edad presentado en la tabla 1 reveló la ausencia de diferencias significativas en la proporción en la edad entre mujeres y varones de la Muestra Calcolítica.

**Tabla 1.** Descriptiva de la edad en la Muestra Calcólica.

Edad	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	CI 95%	P-valor **
Total	48	32.4	9.4	21	50	29.9-34.9	
Varones	25	32.5	9.7	21	50	28.8-36.1	
Mujeres	23	32.4	9.3	21	50	28.8-36.0	0.976

\* Prueba t de Student no pareada

El siguiente gráfico presenta los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníaco derechos e izquierdos de la muestra Calcólica:



Del mismo modo, la tabla 2, que presenta los valores del ángulo goníaco izquierdo y derecho en esta muestra Calcolítica analizada, tampoco reveló diferencias significativas entre los valores de ambos ángulos.

**Tabla 2.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos en la Muestra Calcolítica

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor*
Derecho	48	118.8	4.0	109	126	117.6-119.9	0.564
Izquierdo	48	119.2	3.6	113	126	118.1-120.2	

\* Prueba t de Student pareada

Tampoco fueron observadas diferencias significativas entre los ángulos derecho e izquierdo de las mujeres de la Muestra Calcolítica (tabla 3).

**Tabla 3.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres en la Muestra Calcolítica

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	23	110.0	3.9	111	126	117.3-120.8	0.216
Izquierdo	23	119.1	3.4	113	125	117.6-120.6	

\* Prueba t de Student pareada

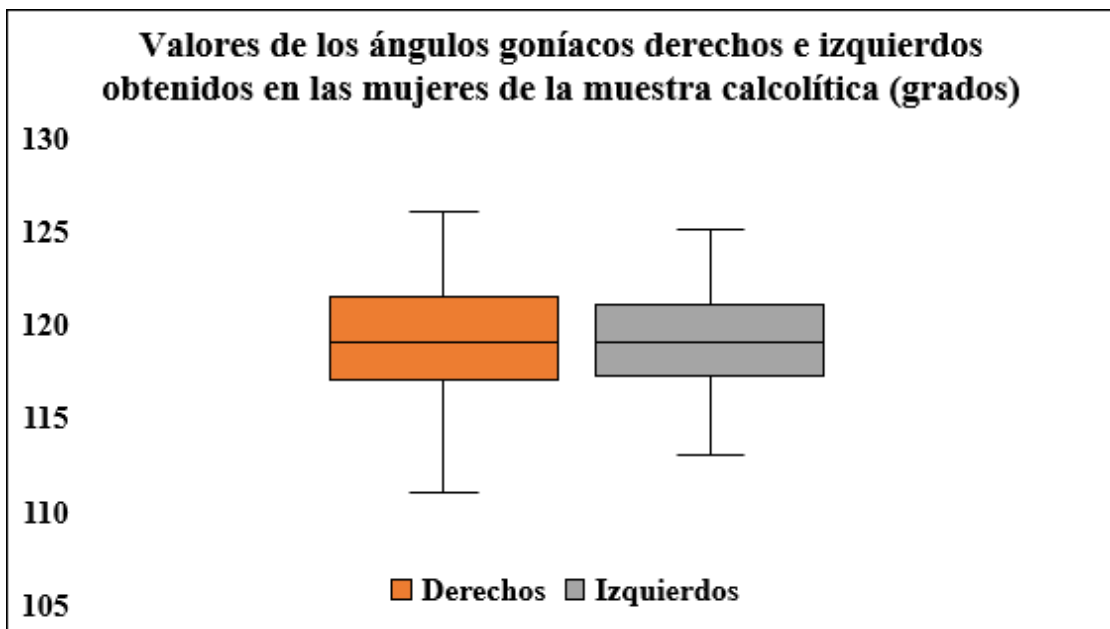
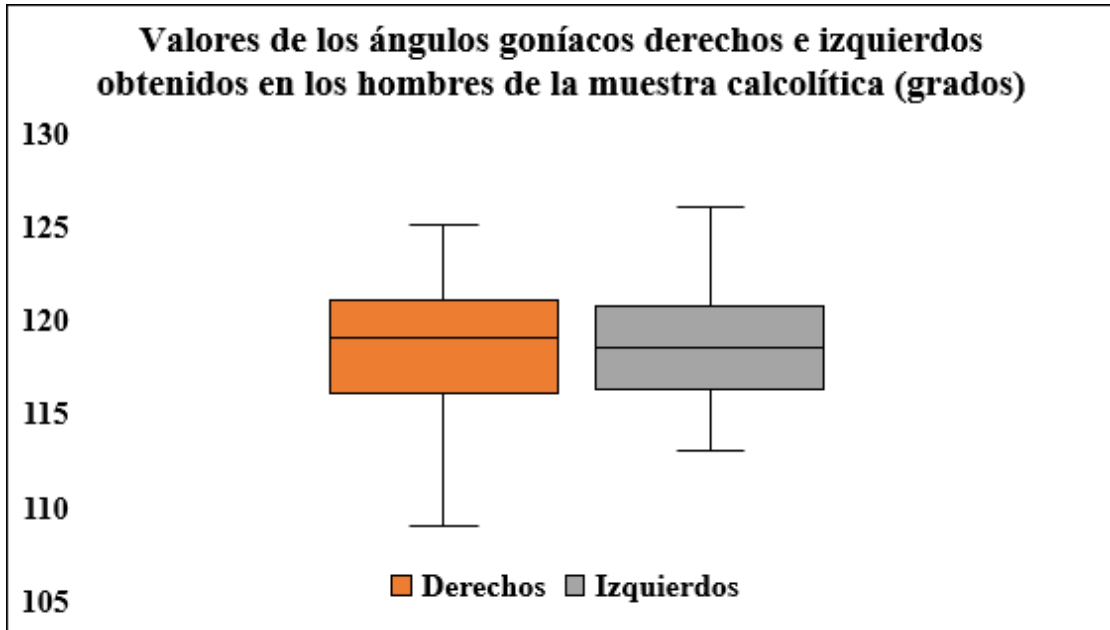
No obstante, la tabla 4 reveló que en los varones de la Muestra Calcolítica sí hay diferencias significativas entre los valores del ángulo derecho e izquierdo, puesto que la media del ángulo izquierdo fue 1. 2º mayor que el derecho (CI 95% 0.1-2.3).

**Tabla 4.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en los varones de la Muestra Calcolítica

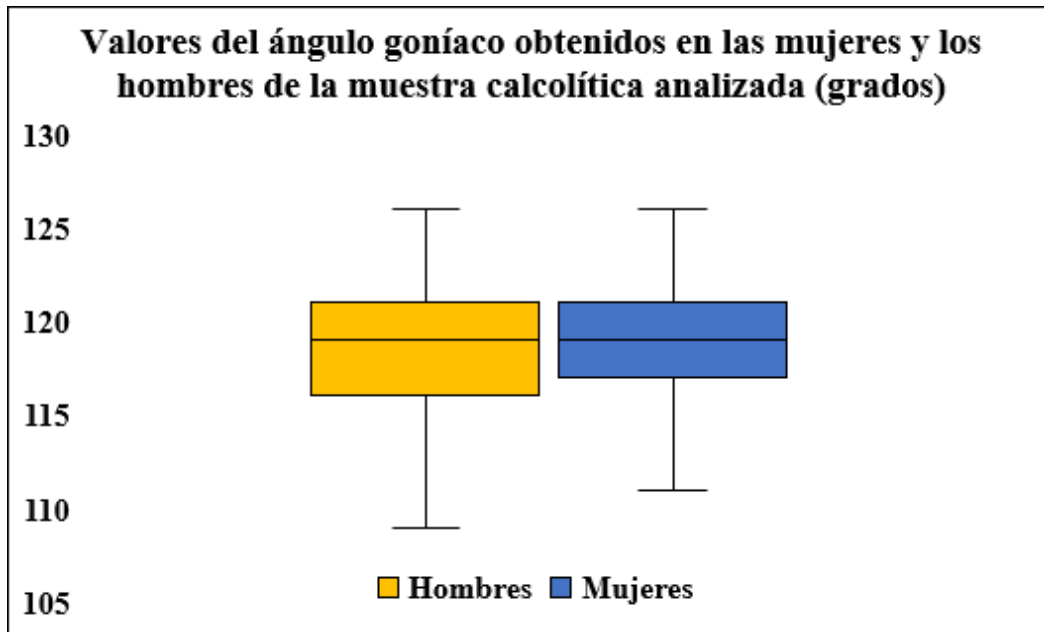
Angulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	25	118.5	4.1	109	125	116.8-120.1	0.037 †
Izquierdo	25	119.2	3.9	113	126	117.6-120.8	

\* Prueba t de Student pareada; † Estadísticamente significativo

Los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos de los hombres y las mujeres calcolíticas se presentan en los dos siguientes gráficos:



Los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos de las mujeres y los hombres se presentan en el siguiente gráfico:



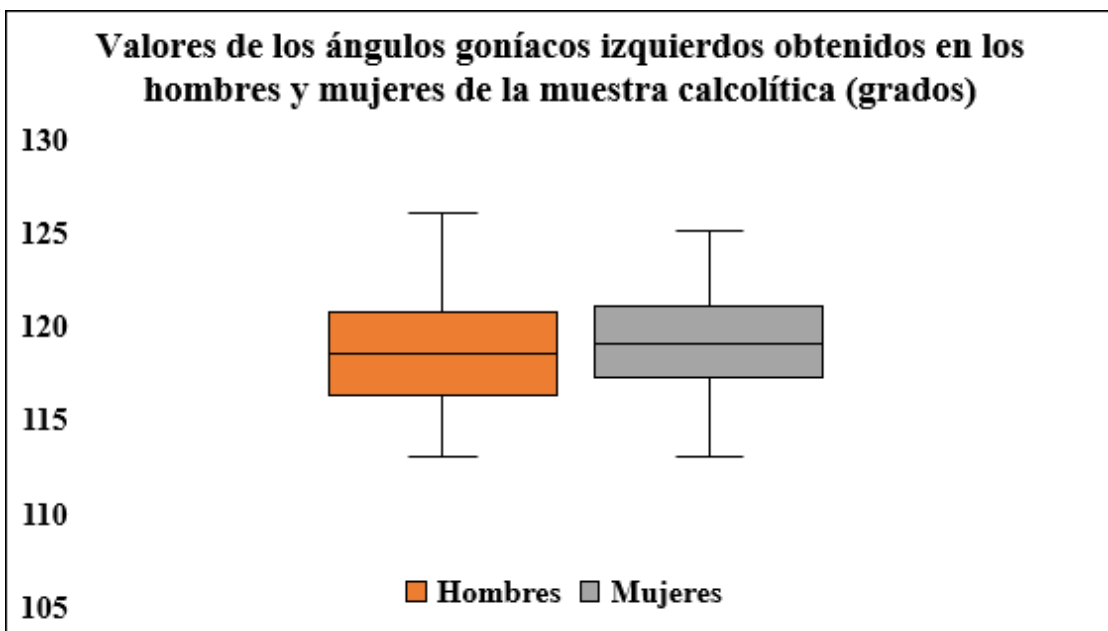
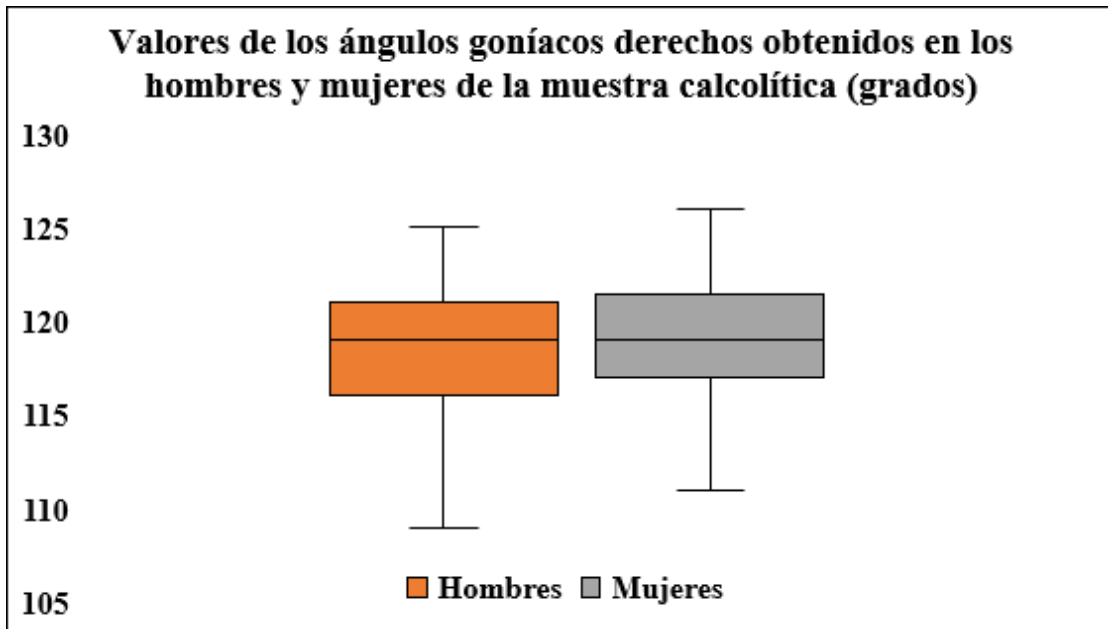
La tabla 5 presenta el análisis del dimorfismo sexual en los valores de los ángulos goníacos de la Muestra Calcolítica. El resultado del análisis realizado detectó la presencia de dimorfismo sexual en los valores del ángulo derecho ( $p < 0.001$ ) pero no en los valores del ángulo del izquierdo ( $p = 0.924$ ).

**Tabla 5.** Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra Calcolítica analizada.

Sexo	Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *¶
Varón	Derecho	25	118.5	4.1	109	125	116.8-120.1	<0.001†
Mujer	Derecho	23	110.0	3.9	111	126	117.3-120.8	
Varón	Izquierdo	25	119.2	3.9	113	126	117.6-120.8	0.924
Mujer	Izquierdo	23	119.1	3.4	113	125	117.6-120.6	

\* Prueba t de Student no pareada; † Estadísticamente significativo

Los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos de las mujeres y los hombres se presentan en los dos siguientes gráficos:





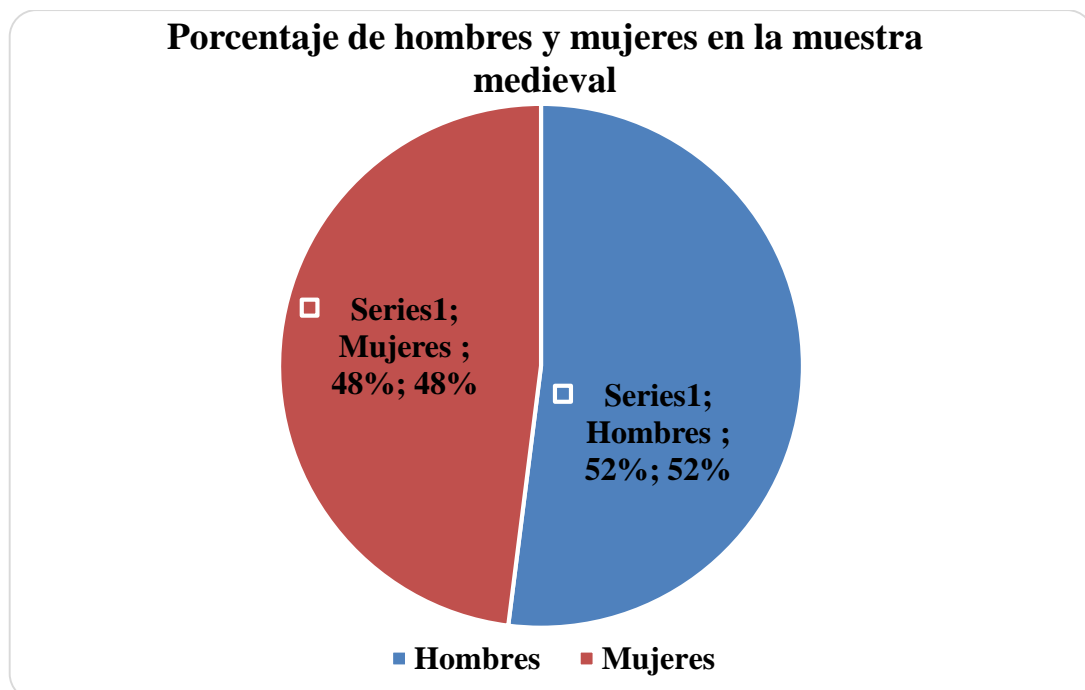
## 4.2. Muestra Medieval

La muestra Medieval estudiada estuvo compuesta por 69 mandíbulas (n=69) pertenecientes a 33 (47.8%) mujeres y 36 (52.2%) varones, sin que hubiese diferencias significativas en la proporción de hombres y mujeres (p=0.610; z test).

**Tabla 6.** Descriptiva de la edad en la Muestra Medieval analizada

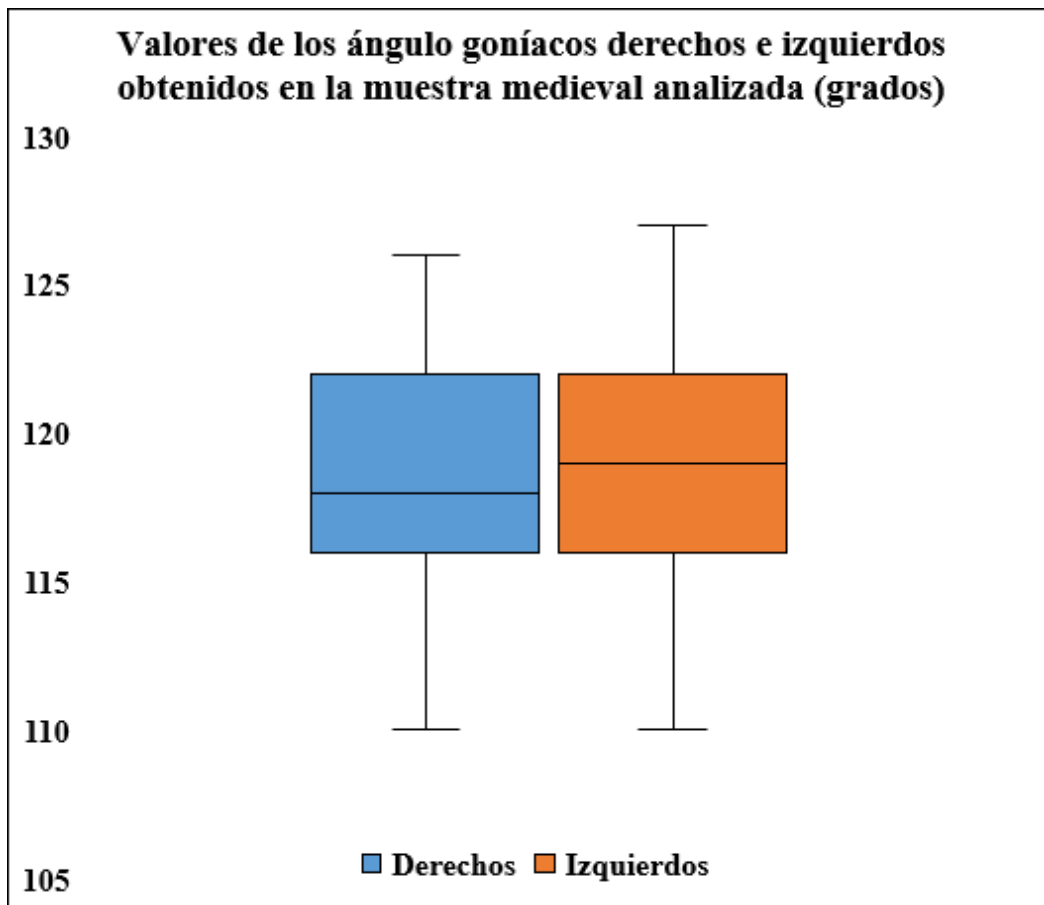
Age	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Total	69	33.2	7.5	20	50	31.4-35.0	
Varón	36	34.6	7.0	20	50	32.2-36.9	
Mujer	33	31.8	7.8	20	50	29.0-34.6	0.124

\* Prueba t de Student no pareada



Los resultados expresados en la Tabla 6 tampoco detectaron diferencias significativas de edad entre los varones y mujeres estudiados.

El siguiente gráfico presenta los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos de la muestra medieval:



Tampoco se observaron diferencias significativas entre los valores del ángulo derecho e izquierdo tal y como revela la Tabla 7.

**Tabla 7.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos en la Muestra Medieval analizada.

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor
Derecho	69	118.9	3.5	110	126	118.1-119.8	0.131
Izquierdo	69	119.3	3.6	110	127	118.4-120.2	

\* Prueba t de Student pareada

No obstante, se encontraron diferencias significativas en los valores de los ángulos izquierdos y derechos de las mujeres (Tabla 8) pero no se observaron en el caso de los varones (Tabla 9). En el caso de las mujeres el ángulo izquierdo fue 0.6° mayor (“más obtuso”) que el derecho (CI 95% 0.03-1.12).

**Tabla 8.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres de la Muestra Medieval

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	33	120.9	2.9	116	126	119.9-121.9	0.040 †
Izquierdo	33	121.5	3.1	114	127	120.4-122.6	

\* Prueba t de Student pareada; † Estadísticamente significativo

---

**Tabla 9.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en los hombres de la Muestra Medieval

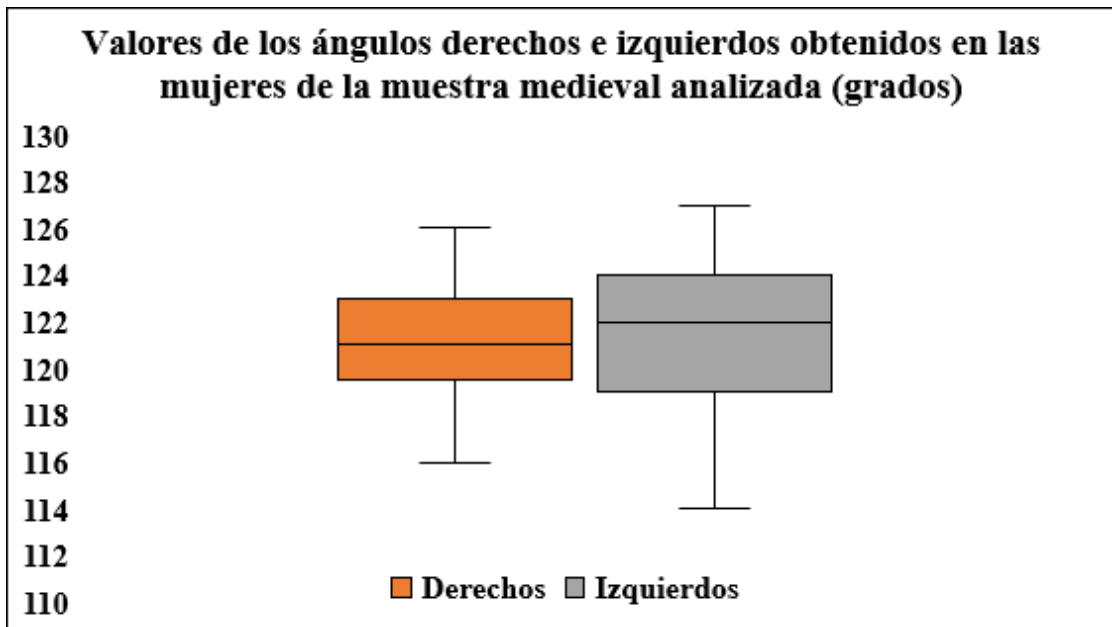
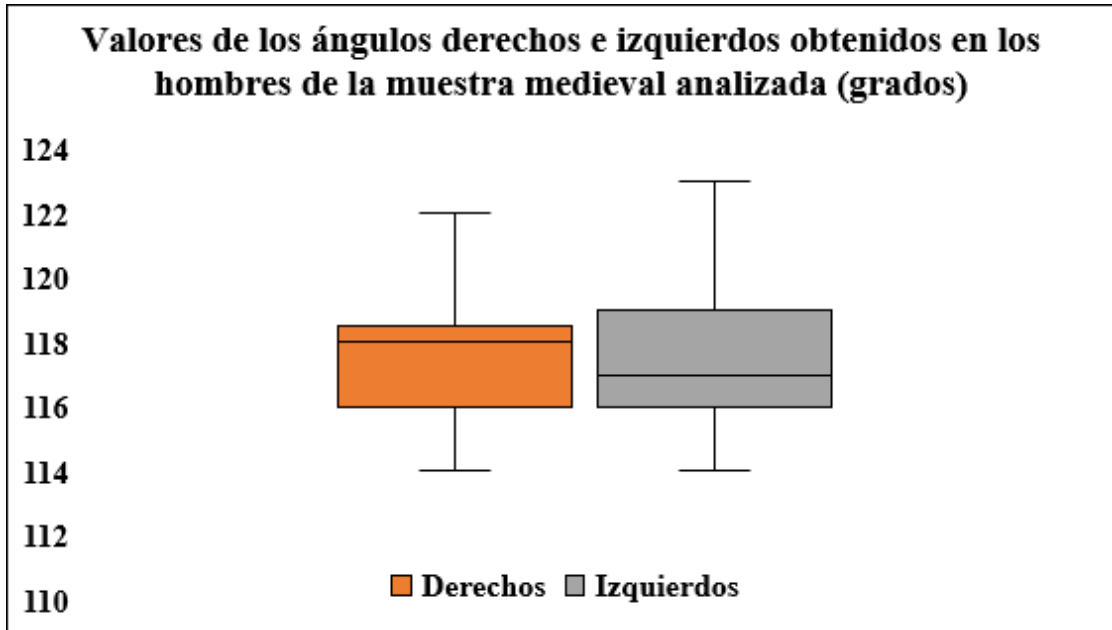
Ángulo	n	Media	SD	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	36	117.1	2.9	110	123	116.1-118.1	0.666
Izquierdo	36	117.3	2.9	110	123	116.3-118.3	

---

\* Prueba t de Student pareada

---

Los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos de los hombres y las mujeres medievales se presentan en los dos siguientes gráficos:



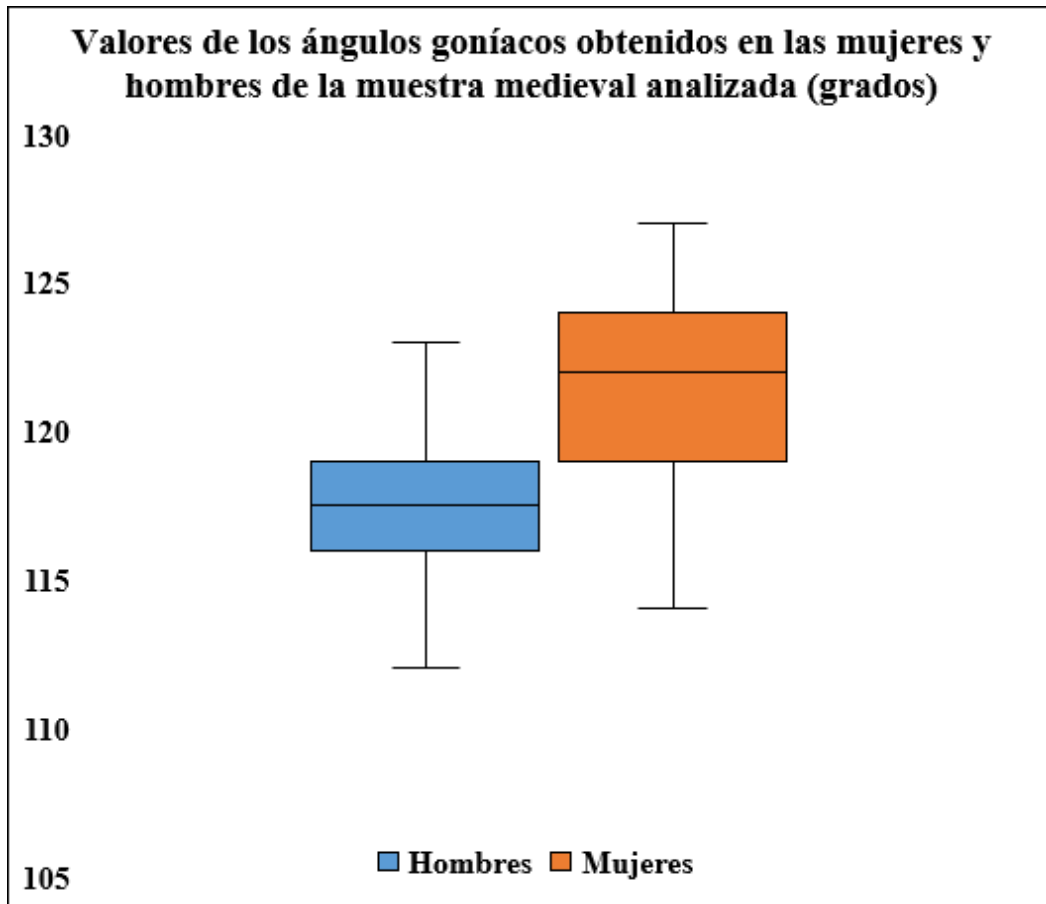
En la Muestra Medieval (Tabla 10) se observó dimorfismo sexual en los valores del ángulo goníaco puesto que el ángulo derecho de las mujeres fue 3.8° mayor que el de los varones (CI 95% 2.4-5.2), mientras que el izquierdo fue 4.2° mayor que el masculino (IC 95% 2.8-5.7).

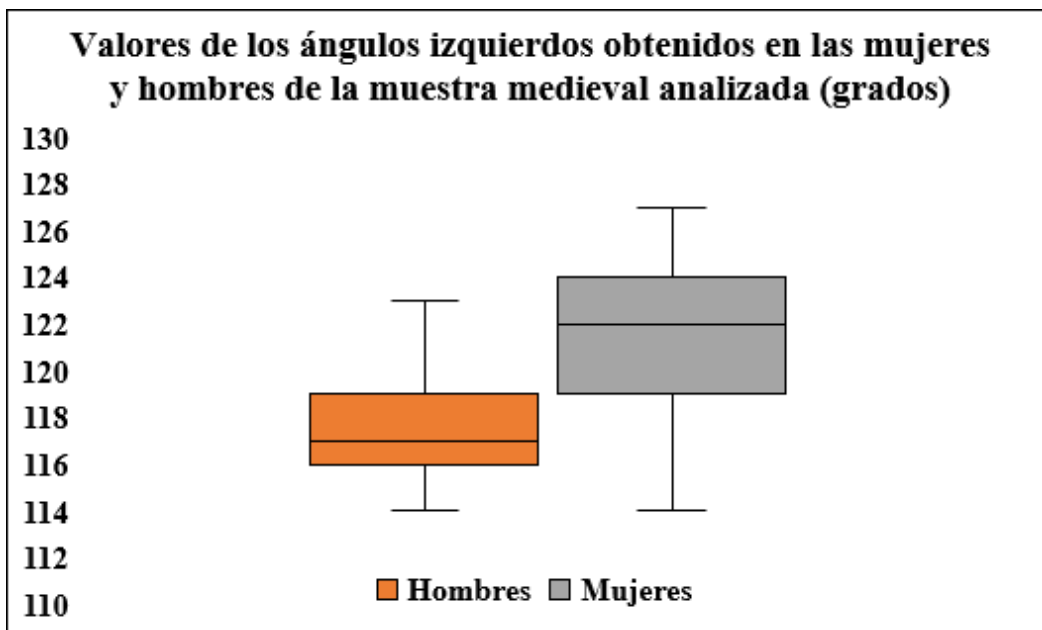
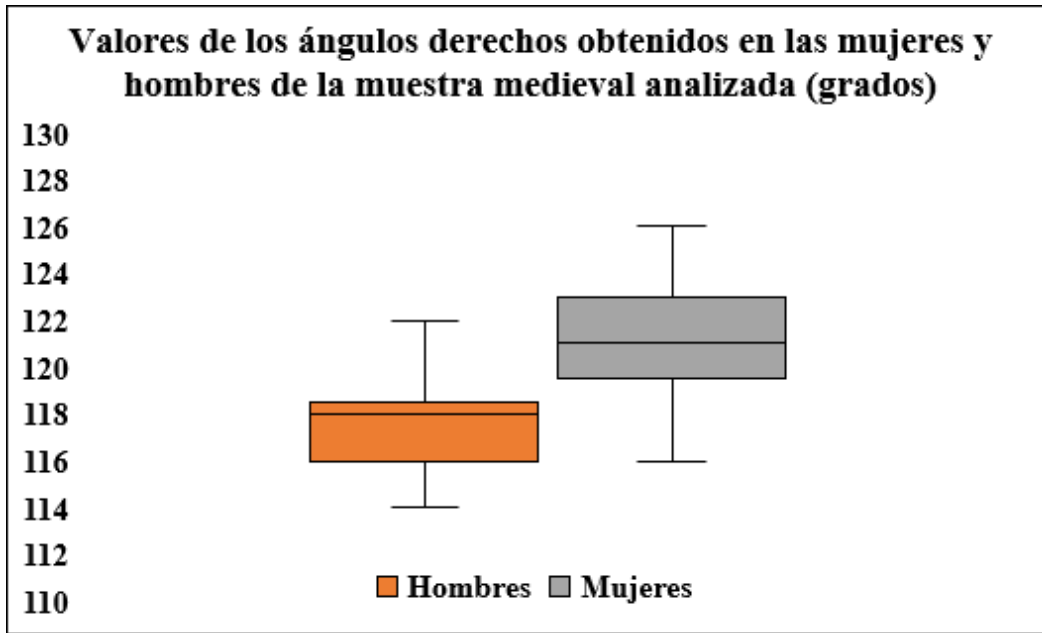
**Tabla 10.** Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra Medieval analizada.

Sexo	Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Varón	Derecho	36	117.1	2.9	110	123	116.1-118.1	<0.001†
Mujer	Derecho	33	120.9	2.9	116	126	119.9-121.9	
Varón	Izquierdo	36	117.3	2.9	110	123	116.3-118.3	<0.001†
Mujer	Izquierdo	33	121.5	3.1	114	127	120.4-122.6	

\* Prueba t de Student no pareada; † Estadísticamente significativo

Los valores de la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, rango intercuartílico y límites superiores e inferiores de los valores de los ángulos goníacos de las mujeres y los hombres se presentan en los siguientes gráficos:







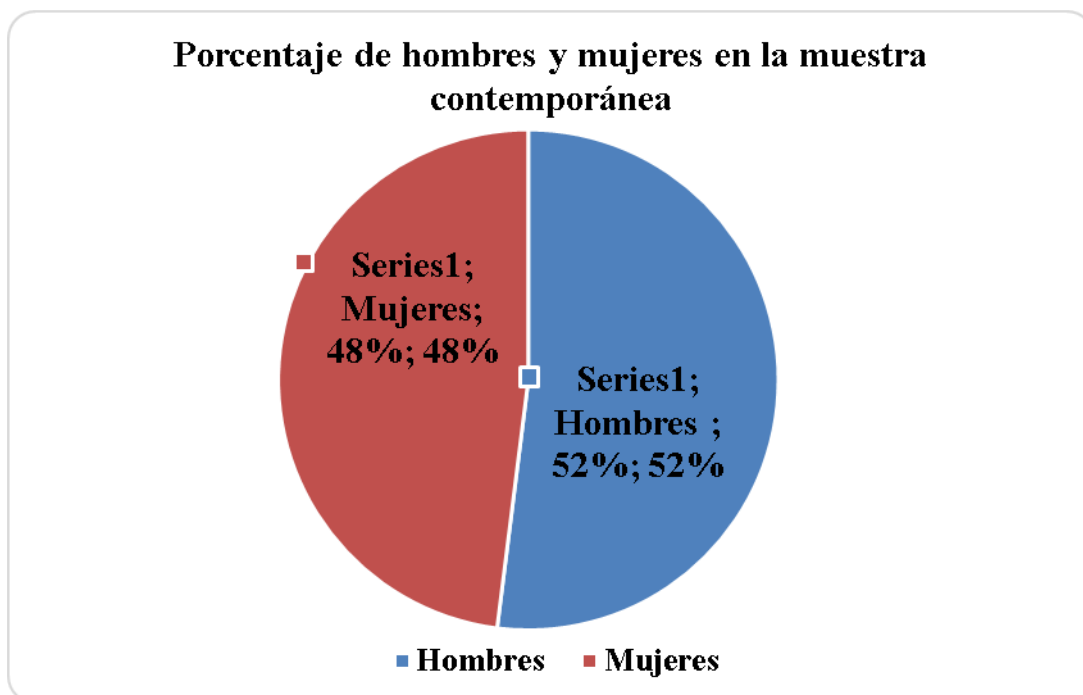
### 4.3. Muestra contemporánea

La muestra contemporánea del siglo XX (n=146) estuvo compuesta por 70 mujeres y 76 varones, de tal modo que no hubo diferencias significativas en la proporción entre sexos ( $p=0.483$ ; z test). En esta muestra del siglo XX tampoco se encontraron diferencias de edad entre varones y mujeres (Tabla 11).

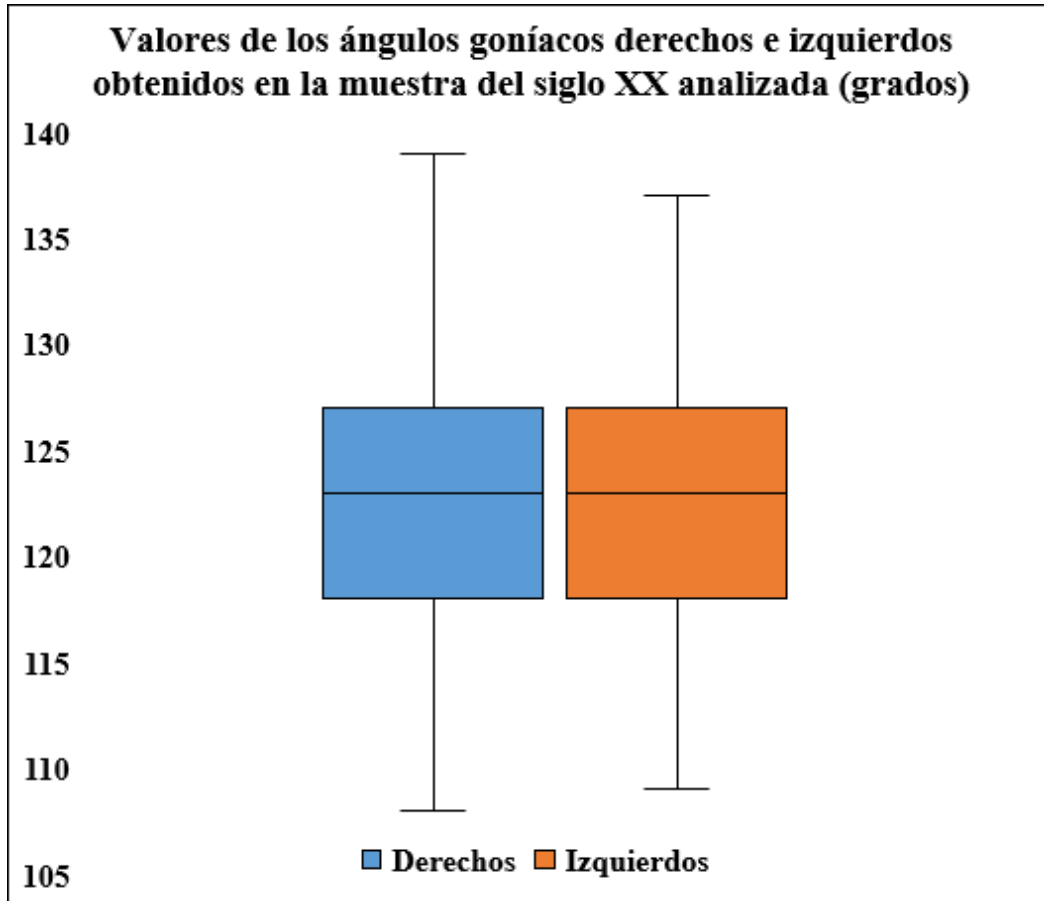
**Tabla 11.** Edad representada por sexos en la muestra del Siglo XX

Edad	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Total	146	38.6	8.6	21	50	37.2-40.0	
Varón	76	37.7	8.3	22	50	35.8-39.6	
Mujer	70	39.6	8.8	21	50	37.5-41.7	0.174

\* Prueba t de Student no pareada



El siguiente gráfico representa la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil, el rango intercuartílico y los límites superior e inferior de los valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos de la muestra del siglo XX analizada:



Asimismo, los resultados presentados en la tabla 12 tampoco detectaron diferencias significativas entre el ángulo derecho e izquierdo de la muestra del siglo XX.

**Tabla 12.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos analizados de la muestra del siglo XX

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	146	122.5	6.7	108	139	121.4-123.6	0.120
Izquierdo	146	122.8	6.4	109	141	121.8-127.0	

\* Prueba t de Student pareada

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre el ángulo derecho y el izquierdo en las mujeres de la serie del siglo XX (tabla 13).

**Tabla 13.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres de la muestra del siglo XX

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	70	124.4	5.8	111	139	123.0-125.8	0.307
Izquierdo	70	124.7	5.2	112	136	123.4-125.9	

\* Prueba t de Student pareada

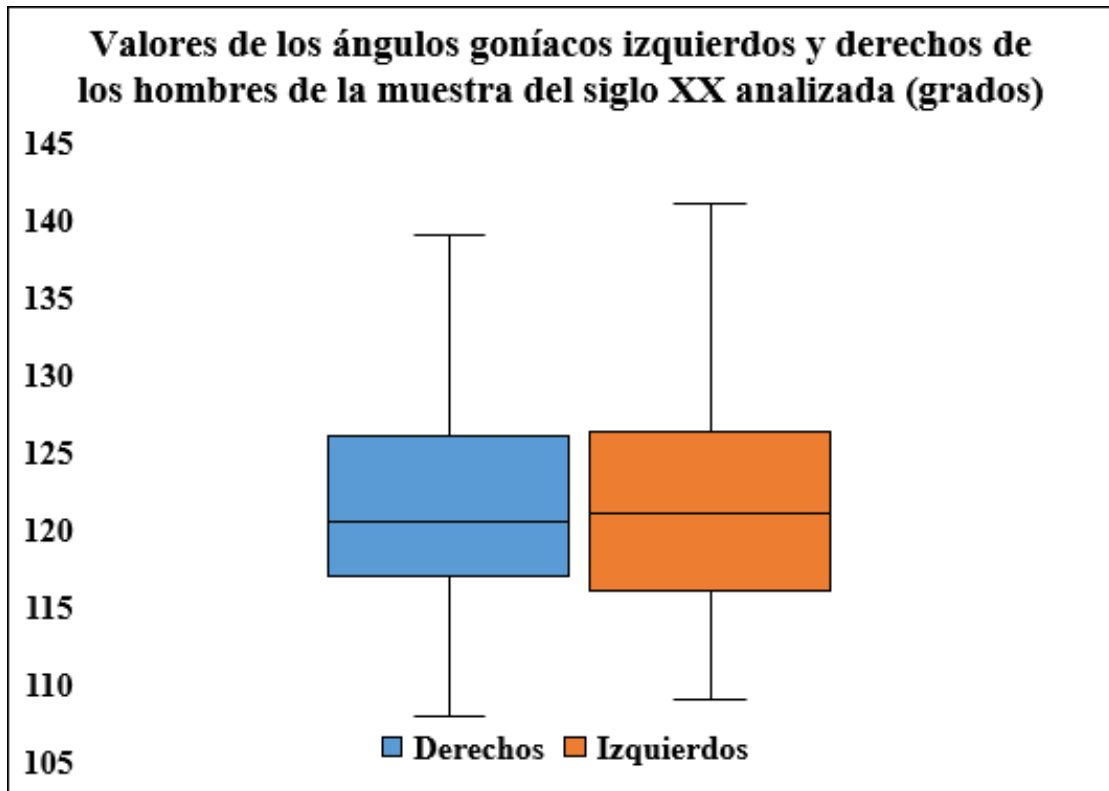
Lo mismo ocurrió en el caso de los varones puesto que tampoco se observaron diferencias significativas entre los valores del ángulo izquierdo y derecho (Tabla 14).

**Tabla 14.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en los varones de la muestra del siglo XX

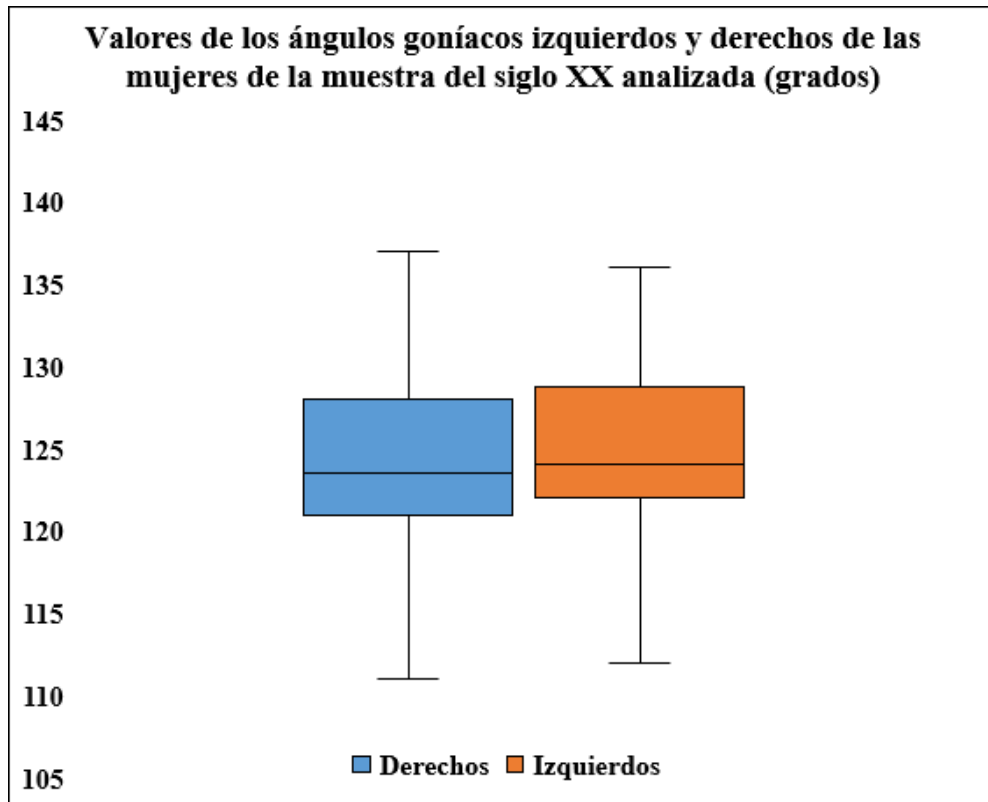
Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	76	120.8	7.1	108	139	119.2-122.4	0.245
Izquierdo	76	121.1	7.0	109	141	119.5-122.7	

\* Prueba t de Student pareada

Los valores de la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil, el rango intercuartílico y los límites superior e inferior de los valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos de los hombres y las mujeres de la muestra del siglo XX analizada se presentan en los siguientes dos gráficos:



El siguiente gráfico representa la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil, el rango intercuartílico y los límites superior e inferior de los valores del ángulo goníaco de las mujeres y hombres de la muestra del siglo XX analizada:



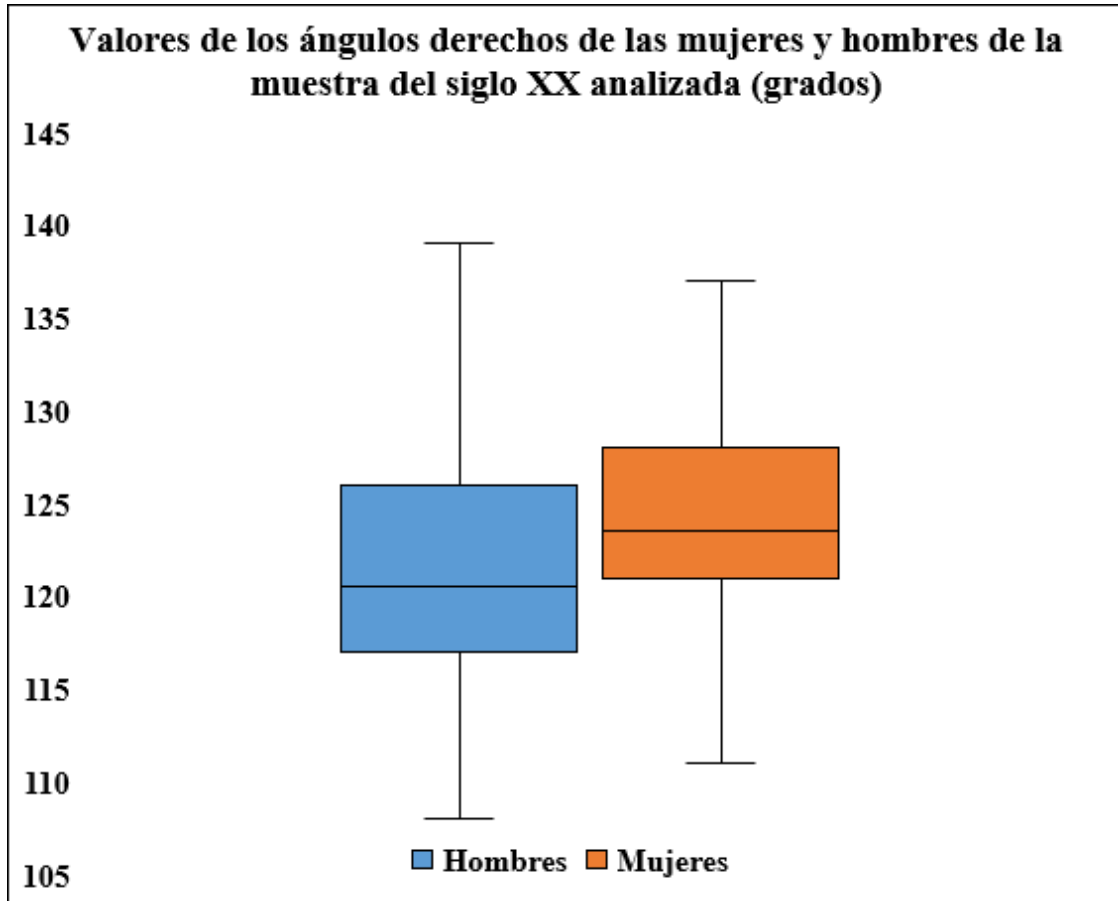
**Tabla 15.** Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra del siglo XX analizada

Sexo	Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor*
Varón	Derecho	76	120.8	7.1	108	139	119.2-122.4	<0.001†
Mujer	Derecho	70	124.4	5.8	111	139	123.0-125.8	
Varón	Izquierdo	76	121.1	7.0	109	141	119.5-122.7	<0.001†
Mujer	Izquierdo	70	124.7	5.2	112	136	123.4-125.9	

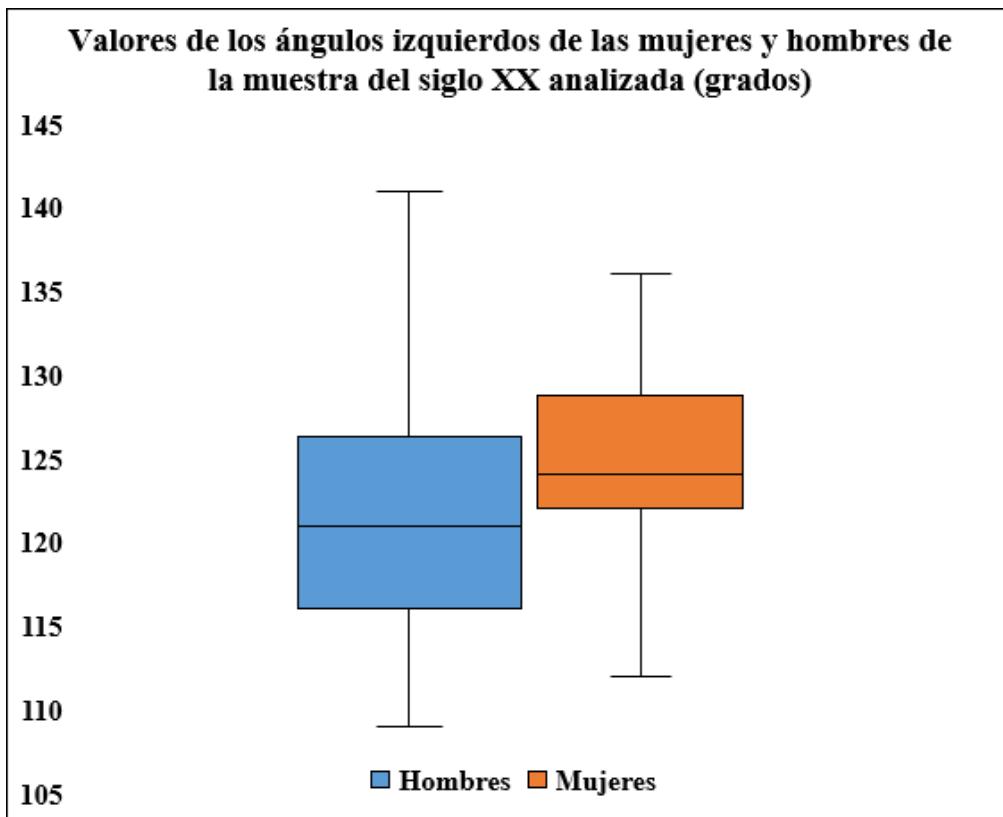
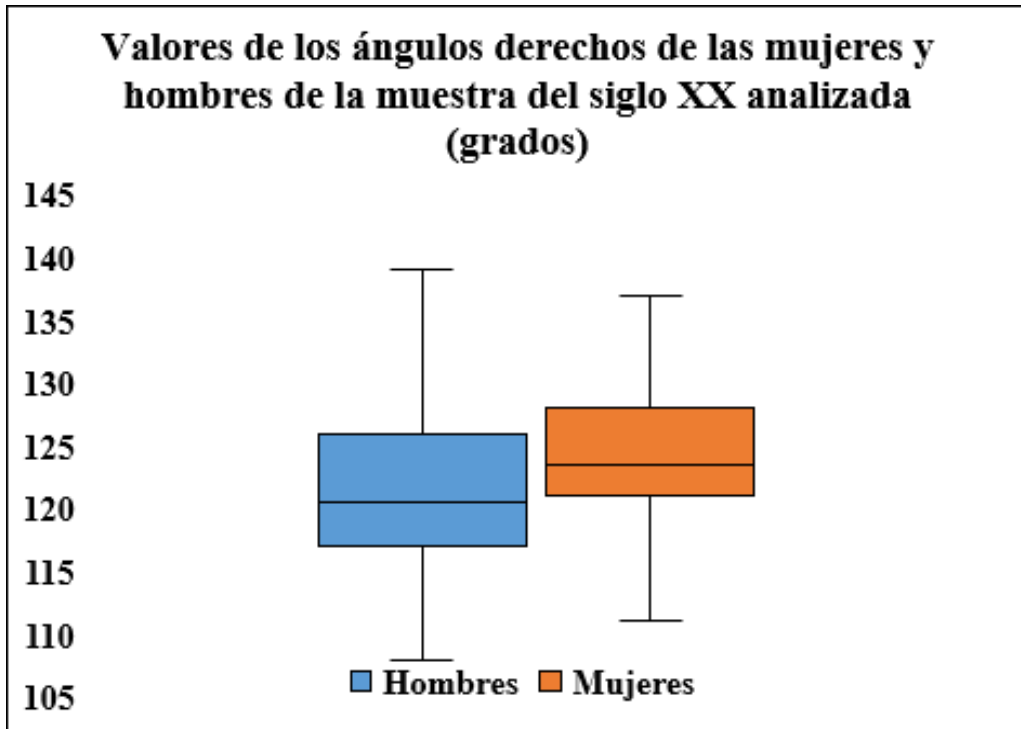
\* Prueba t de Student no pareada; † Estadísticamente significativo

Nuevamente, en la muestra del siglo XX se observó dimorfismo sexual (Tabla 15) puesto que el ángulo derecho de las mujeres fue 3.6° mayor que el de los varones (IC 95% 1.4-5.7), y el izquierdo 3.5° mayor que el de los varones (IC 95% 1.5-5.6).

Los siguientes dos gráficos representan la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil, el rango intercuartílico y los límites superior e inferior de los valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos de las mujeres y hombres:

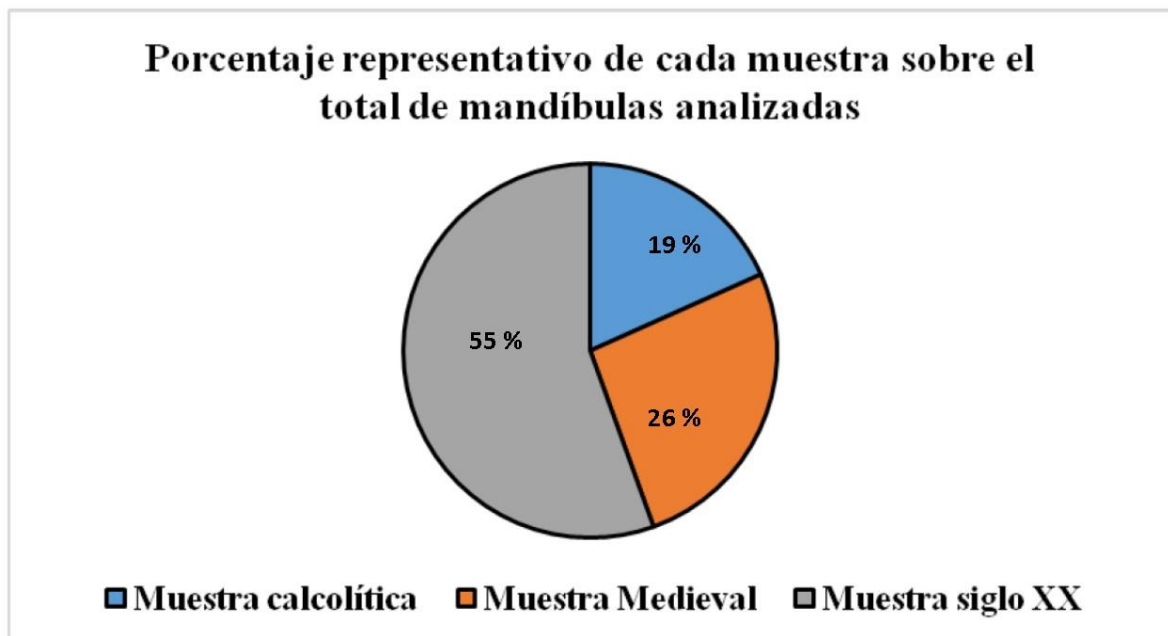






#### 4.4. Comparación entre las Muestras Calcolítica, Medieval y Contemporánea

El total de mandíbulas a las que se les ha analizado los valores de los ángulos goníacos en la presente Tesis Doctoral asciende a un total de 263 (100%): 48 (18.3%) pertenecían a la muestra Calcolítica, 69 (26.2%) a la muestra medieval y 146 (55.5%) a la muestra del siglo XX.



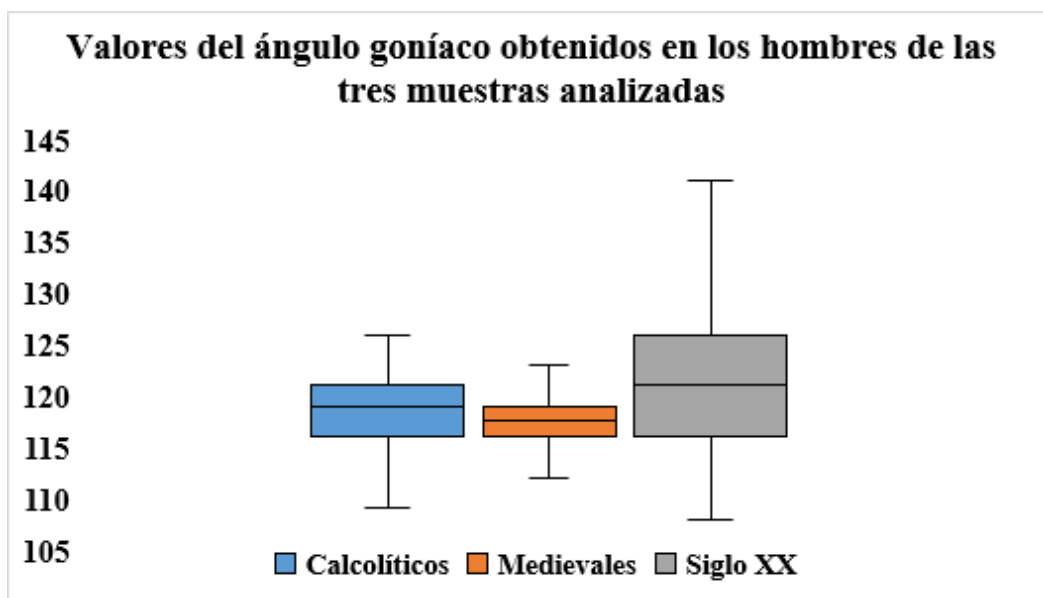
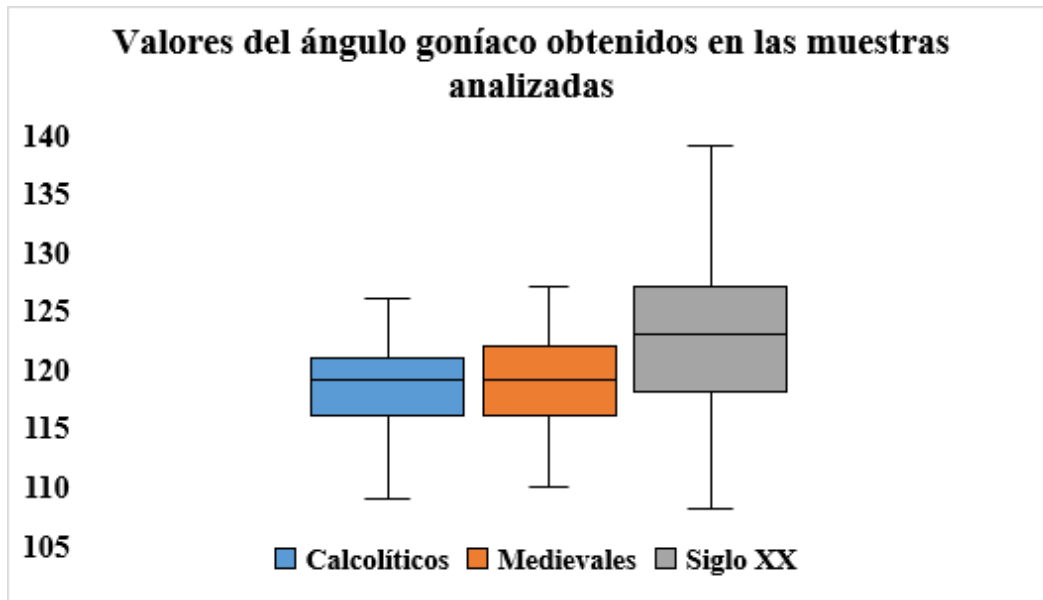
La tabla 16, que presenta los valores obtenidos en todos los ángulos medidos en este Plan de Investigación Doctoral, revela que hay diferencias significativas entre los valores de las muestras analizadas.

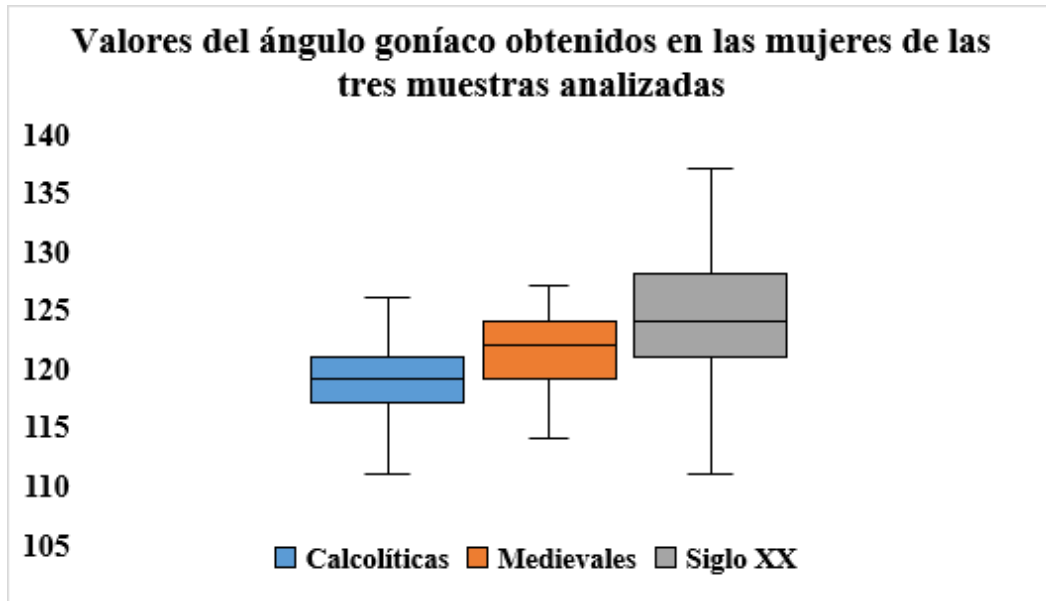
**TABLA 16.** Comparación de los valores de los ángulos goníacos de cada muestra

Muestras	Media	DE	Rango	IC 95%	P-valor ¶
Calculítica	118.9	3.8	109 - 130	118.2-119.7	<0.001 †
Medieval	119.1	3.5	110 - 127	118.5-119.7	
Siglo XX	122.7	6.5	108 - 141	121.9-123.4	

\* ANOVA test; † Estadísticamente significativo

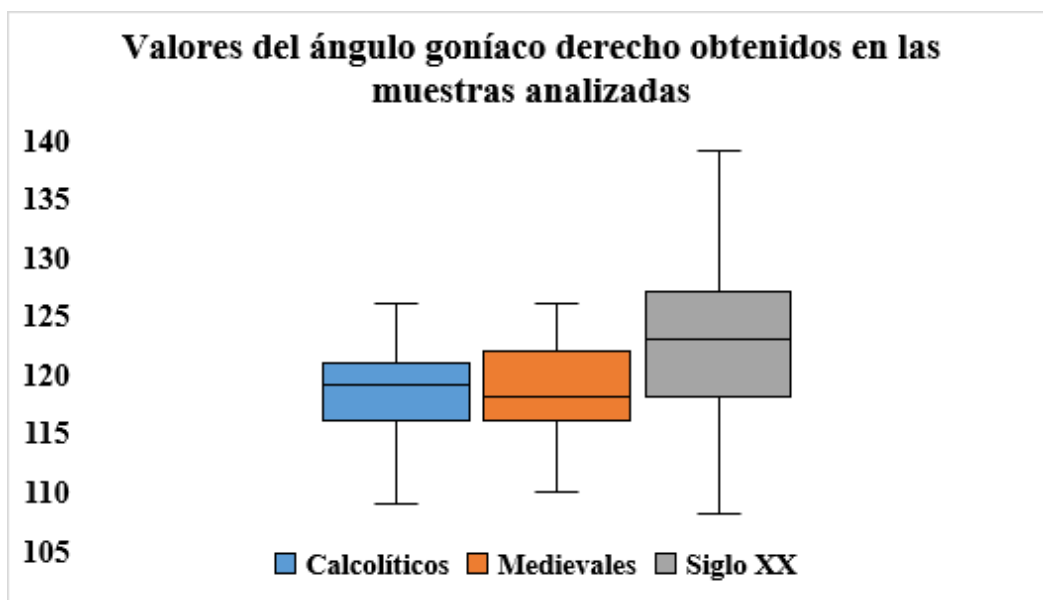
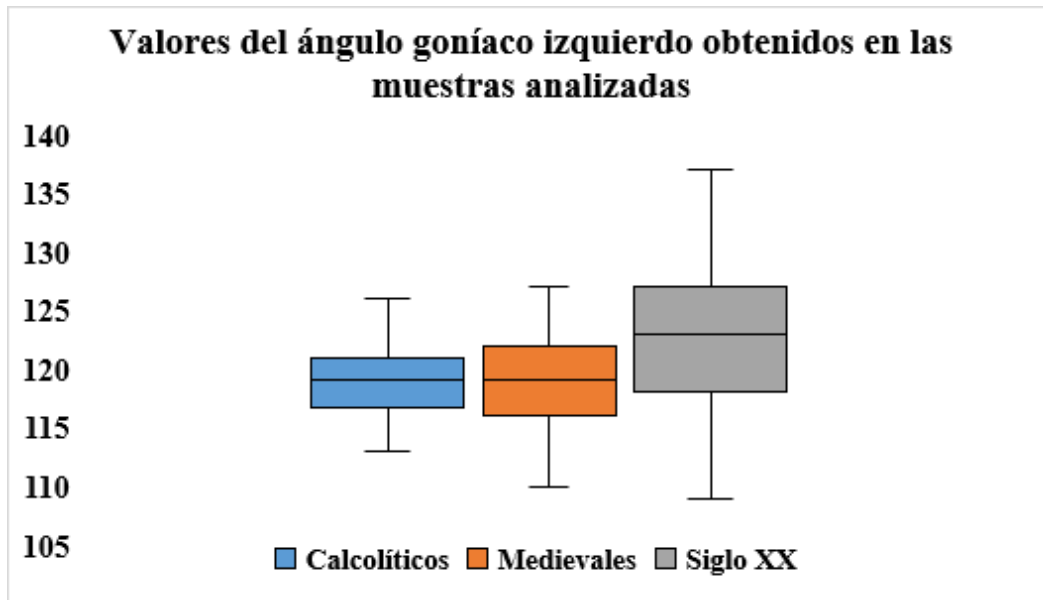
Los siguientes gráficos representan la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil, el rango intercuartílico y los límites superior e inferior de los valores de los ángulos goníacos de las tres muestras analizadas:





Las comparaciones múltiples posteriores mediante la prueba de Tukey mostraron que los valores de todos los ángulos goníacos de la muestra del siglo XX eran 3. 6° mayores que los ángulos de la muestra Medieval ( $p < 0.001$ ; IC 95% 2.6-4.9), y 3. 7° mayores que los ángulos de la Muestra Calcolítica ( $p < 0.001$ ; IC 95% 2.2-5.2), mientras que no se observaron diferencias significativas entre los valores de los ángulos de la Muestra Calcolítica y Medieval.

Los siguientes gráficos representan la mediana, el primer cuartil, el tercer cuartil, el rango intercuartílico y los límites superior e inferior de los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos de las tres muestras analizadas:



La tabla 17 presenta los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos obtenidos en cada muestra analizada. De nuevo se pone de manifiesto que hay diferencias significativas entre los valores de las muestras analizadas.

**Tabla 17.** Comparativa de los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos obtenidos en las tres muestras analizadas

Ángulos	Muestras	Media	DE	Rango	IC 95%	P-valor *†
Derechos	Calcolítica	118.8	4.0	109 - 126	117.6-119.9	<0.001 †
	Medieval	118.9	3.5	110 - 126	118.1-119.8	
	Siglo XX	122.5	6.7	108 - 139	121.4-123.6	
Izquierdos	Calcolítica	119.2	3.6	113 - 130	118.1-120.2	<0.001 †
	Medieval	119.3	3.7	110 - 127	118.4-120.2	
	Siglo XX	122.8	6.4	109 - 141	121.8-123.9	

\* ANOVA test; † Estadísticamente significativo

En primer lugar, se encontraron diferencias significativas entre los valores de los ángulos derechos de las tres muestras analizadas ( $p < 0.001$ ; ANOVA test). Las comparaciones múltiples posteriores mediante la prueba de Tukey mostraron que los valores de los ángulos goníacos derechos de la muestra del siglo XX eran  $3.6^\circ$  mayores que los ángulos de la muestra Medieval ( $p < 0.001$ ; IC 95% 1.7-5.5), y  $3.8^\circ$  mayores que los ángulos derechos de la Muestra Calcolítica ( $p < 0.001$ ; IC 95% 2.2-5.2), mientras que no se observaron diferencias significativas entre los valores de los ángulos derechos de la muestra calcolítica y Medieval.

Asimismo, también se encontraron diferencias significativas entre los valores de los ángulos izquierdos de las tres muestras analizadas ( $p < 0.001$ ; ANOVA test). Los valores de los ángulos goníacos izquierdos de la muestra del siglo XX fueron  $3.5^\circ$  mayores que los ángulos de la muestra Medieval ( $p < 0.001$ ; test de Tukey; IC 95% 1.7-5.4), y  $3.7^\circ$  mayores que los ángulos izquierdos de la Muestra Calcolítica ( $p < 0.001$ ; test de Tukey; IC 95% 1.6-5.8), mientras que no se observaron diferencias significativas entre los valores de los ángulos izquierdos de la muestra calcolítica y Medieval.

De tal modo, que el patrón que se repitió fue la ausencia de diferencias significativas en los valores de los ángulos goníacos entre la muestra calcolítica y la medieval, y sí un valor significativamente mayor en los valores de los ángulos goníacos de la muestra del siglo XX.



#### **4.5. Reproducibilidad y repetibilidad de las mediciones**

Para evaluar la fiabilidad de nuestras mediciones, el mismo investigador midió el ángulo goníaco 3 veces diferentes, y se calculó el ICC entre las 3 mediciones diferentes. El ICC para evaluar la precisión de las mediciones del ángulo goníaco fue 0.995, con un IC95% de 0.991 a 0.997 ( $F = 193.38$ ,  $p < 0.001$ ), lo que refleja una excelente fiabilidad. Además, también evaluamos los resultados obtenidos por 2 investigadores diferentes que midieron los ángulos goníacos, y encontramos que el ICC era 0.992 con un IC95% de 0.984 a 0.996 ( $F = 120.37$ ,  $p < 0.001$ ) que también refleja una excelente fiabilidad.



## DISCUSIÓN

---



## 5. DISCUSIÓN

En la presente Tesis Doctoral hemos llevado a cabo un estudio en tres muestras esqueléticas diferentes de sujetos con una edad de 20 a 50 años al fallecer. Hemos medido los ángulos goníacos de sujetos adultos, y ninguno menor de 20 años, porque los valores de los ángulos muestran una disminución continua hasta la edad de 21 años cuando dejan de cambiar (Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018).

Centrándonos en el objetivo principal de nuestra investigación, observamos valores del ángulo goníaco más grandes en la muestra del siglo XX. En este contexto, debe tenerse en cuenta que el análisis ICC reflejó una excelente fiabilidad de las mediciones realizadas, y que analizamos esqueletos de sujetos que fallecieron antes de 1970 para evitar el efecto de los tratamientos de ortodoncia actuales en los valores morfométricos mandibulares (Furquim et al., 2018), puesto que Bilgic et al. (2015) detectaron que casi un tercio de la población actual tiene necesidad obligatoria de tratamiento ortodóntico, y dado que el tratamiento ortodóntico está aumentando en todo el mundo, es posible que los valores del ángulo goníaco de los sujetos actuales se vean afectados por estos tratamientos de ortodoncia (Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018). Un efecto secundario de analizar sujetos fallecidos antes de 1970 es que los resultados de la muestra del siglo XX son particularmente importantes para la comparación con estudios forenses y antropológicos que se llevaron a cabo previamente a la estandarización de este tipo de tratamientos en la población, como por ejemplo, las comparaciones entre humanos anatómicamente modernos y otras especies humanas como los Neandertales,

identificaciones de género y edad de restos procedentes de la Primera y la Segunda Guerra Mundial, etc (Faus-Valero, 2016).

En el fondo lo que hemos detectado es una gracilización de la mandíbula contemporánea tras comparar las muestras entre sí que podría estar vinculada con la hipótesis que está en auge en los últimos años de la autodomesticación de la evolución humana, que se asocia con la tendencia a poseer facies más gráciles y con características externas menos agresivas (Sánchez-Villagra and van Schaik, 2019). En teoría, las diferencias en los valores del ángulo goníaco que hemos detectado en las muestras esqueléticas de los últimos 5.000 años, podrían deberse a esa hipótesis de la autodomesticación con la finalidad de alcanzar una facies más grácil que permitiese una mayor interacción social de los humanos entre sí. Sin embargo, Sánchez-Villagra and van Schaik (2019) consideran que el proceso explicado en la hipótesis de autodomesticación se superpone en el tiempo con la aparición de la cocción de alimentos, y que esto último en sí puede justificar la gracilización facial sin recurrir a la hipótesis de la autodomesticación.

Esta posible explicación de los cambios faciales asociados con la cocción y procesamiento de alimentos es la que se vislumbra como una posible causa de los resultados obtenidos en los diferentes trabajos que han analizado los cambios en los ángulos goníacos y la morfometría mandibular a lo largo de diferentes milenios y siglos. De este modo, hay que mencionar que Rando et al., (2014) analizaron dos muestras esqueléticas del período medieval tardío (años 1050-1550) y el período post-medieval (años 1550-1850), y encontraron valores del ángulo goníaco mayores en la muestra del período post-medieval. Luther (1993) encontró valores de ángulo goníaco más grandes en las mandíbulas modernas en comparación con las mandíbulas medievales. Nuestros

resultados coinciden con estos autores, ya que nuestras mandíbulas del siglo XX presentan valores significativamente mayores que lo presentados por las mandíbulas medievales y las calcolíticas, y coinciden también con los resultados que obtuvimos al analizar mandíbulas medievales y modernas, puesto que las mandíbulas modernas presentaban valores estadísticamente más largos del ángulo goníaco (Faus-Valero et al., 2020).

Varrella (1990) presentó resultados similares, puesto que su muestra de los siglos XV y XVI presentaba ángulos goníacos más pequeños al compararlos con los de su muestra contemporánea; Varrella (1990) sugirió que los cambios observados en los valores del ángulo goníaco estaban relacionados con las diferencias en la intensidad de la masticación entre las muestras, posiblemente debido a cambios en la dieta (con la dieta actual más blanda), pero también concluyó que, además de la actividad masticatoria, la respiración, es un factor importante en la determinación de la dirección del crecimiento facial.

Además, Toro-Ibacache et al. (2019) en su estudio de poblaciones actuales y pasadas basado en la intensidad de las cargas masticatorias descubrieron que, los sujetos urbanos modernos con menor intensidad de cargas masticatorias, tienden a tener características más gráciles, así como ángulos mandibulares más amplios. Sin embargo, también indicaron que la gran variación en la forma de la mandíbula de los sujetos modernos puede verse afectada por la genética y la nutrición. Cabe señalarse que la desnutrición, que es un factor que afecta la forma de la mandíbula (Suazo-Galdames et al., 2008), está relacionada con el status social y no se ha podido analizar en un estudio esquelético realizado sobre restos esqueléticos pasados como los del presente estudio, ya que las

propiedades materiales de los alimentos ingeridos no se pueden medir en poblaciones extintas (Toro-Ibacache et al., 2019) salvo que se realicen estudios mediante isótopos estables.

Los estudios que han empleado isótopos estables han revelado que los individuos de alto status presentaban mayores valores de  $\delta^{15}\text{N}$ , que se asocia con un acceso preferente a la proteína de origen animal (Le Huray and Schuktowski, 2005; Knipper et al., 2015), lo que en el fondo era un indicativo de una mejor nutrición en poblaciones antiguas. Por este motivo, Hayashi et al., (2012) recomendaron, siempre que fuese posible, la identificación de la clase social de los sujetos antes de realizar una comparación entre muestras o un examen basado en la antropología física. A este respecto, los resultados de su análisis mediante morfometría geométrica revelaron una clara diferencia en la forma craneomandibular entre el grupo japonés (Edo) temprano-moderno (siglos XVII al XIX) que presentaba un ángulo goníaco más obtuso, y el grupo japonés contemporáneo.

Posiblemente estos factores (estado social y nutricional) también, junto con la falta de muestras de diferentes períodos, pueden ser la razón de las diferencias no significativas en los valores del ángulo goníaco observadas en el estudio realizado por Gungor et al., (2007) en poblaciones de Anatolia de los períodos bizantino tardío, medieval y presente.

Luther (1993) y Rando et al., (2014) también sugirieron que las diferencias en la dieta probablemente serían los principales factores que explicasen las diferencias entre las mandíbulas medievales y las modernas. La dieta habitual de poblaciones medievales y calcolíticas ha sido analizada anteriormente (Alexander et al., 2015; Guede et al., 2017). Estos estudios han revelado que la dieta se basaba en cereales, legumbres, cordero, aves,



pescado, fruta, miel, huevos, leche y queso, siendo muy similar a la dieta habitual del siglo XX-XXI que incluye alimentos vegetales, aceite de oliva, pescado, aves de corral, carne roja, fruta fresca, harina de maíz, azúcar blanco refinado, cereales y vegetales (Abramson et al., 1960; Widmer et al., 2015).

No obstante, la dieta actual es más blanda que la dieta preindustrial medieval y calcolítica debido a que las tecnologías de procesamiento de alimentos (Rando et al., 2014) implica que los músculos temporales y maseteros apliquen menos fuerza durante la mordida, siendo este motivo una posible explicación para la observación de los actuales valores más elevados del ángulo goníaco, debido a la relación entre la fuerza ejercida durante la masticación y la deformación esquelética craneal durante la mordida (Toro-Ibacache et al., 2016).

Esta puede ser una posible causa de los mayores valores de ángulo goníaco observados en nuestra muestra del siglo XX. Además, es sabido que la mandíbula es un hueso cuya morfología es adaptable (Nicholson and Harvati, 2006; Smith, 2009). Asimismo, Kaifu (1997) encontró una reducción mandibular humana en los restos japoneses analizados entre los períodos Kofun y Edo que puede estar relacionada con una reducción del estrés masticatorio. Del mismo modo, May et al., (2018) y Pokhojaev et al., (2019) sugirieron que los cambios en el tamaño y la orientación mandibular durante el Pleistoceno terminal al Holoceno pueden explicarse por una reducción en las demandas biomecánicas del sistema masticatorio. Asimismo, otras investigaciones diferentes también refuerzan el papel del cambio de dieta en los cambios de la morfología de la mandíbula, ya que el cambio de una economía de cazadores-recolectores a una basada

en plantas y/o animales domesticados tuvo un efecto en la forma de la mandíbula humana (von Cramon-Taubadel, 2011).

Sin embargo, hay un hecho que recalcar en la presente investigación, y es que, debido a la naturaleza de ser un estudio realizado en muestras esqueléticas y no en sujetos vivos, no se ha podido valorar si los individuos sufrían de bruxismo, y si el bruxismo afecta de alguna manera los valores del ángulo goníaco. Se da por hecho que el bruxismo debía estar presente tanto en los individuos de la muestra calcolítica como de la medieval y la contemporánea, y los datos actuales indican que en sujetos vivos la prevalencia es más alta en la infancia (sobre el 20%) y se estabiliza en aproximadamente el 10-12% en adultos de edades similares a los de las muestras analizadas en la presente Tesis, y luego disminuye con el envejecimiento (Lavigne et al., 1994; Kato et al., 2012; Manfredini et al., 2013).

Como el bruxismo consiste en la actividad repetitiva de los músculos de la mandíbula que se caracteriza por apretar o rechinar los dientes (Lobbezoo et al., 2013) en teoría podría afectar a los valores del ángulo goníaco, puesto que el bruxismo, por su propia naturaleza, ejerce una enorme fuerza continuada sobre los dientes y la mandíbula (Padmaja Satheeswarakumar et al., 2018) aunque hay discrepancias en el efecto que tiene sobre la mandíbula, ya que algunos autores no han encontrado cambios significativos en el área de la superficie de la mandíbula de individuos con bruxismo en comparación con los no bruxistas, lo que sugiere que la actividad de los músculos maseteros no tiene gran importancia en los sujetos afectados de bruxismo (Padmaja Satheeswarakumar et al., 2018) y, sin embargo, otros autores han revelado que el bruxismo altera negativamente las funciones de los músculos masticatorios puesto que

estos individuos presentan una actividad electromiográfica disminuida en los músculos masticatorios (Palinkas et al., 2016) que suponemos podría condicionar durante el crecimiento los valores del ángulo goníaco, al ser la mandíbula un hueso cuya morfología es adaptable (Nicholson and Harvati, 2006; Smith, 2009), pero que como es evidente para tener la respuesta a esa hipótesis de trabajo será necesario realizar nuevas investigaciones en individuos vivos.

Sin embargo, hay una cuestión que ronda sobre el estudio en sí, y que versa sobre la comparabilidad de las muestras que hemos analizado, ya que la muestra moderna se obtuvo de una colección esquelética sudafricana alojada en una ciudad urbana moderna mientras que la muestra calcolítica y medieval estaba compuesta de esqueletos mediterráneos de pequeñas localizaciones rurales. Se podría argumentar que las muestras no podían ser comparables debido a una serie de factores, como por ejemplo el posible status social diferente, la propia composición de la muestra, las diferencias geográficas, así como debido a posibles diferencias ancestrales y genéticas. Además, en la investigación osteológica se da por supuesto de que las muestras esqueléticas de referencia actuales como la analizada por nosotros son representativas de poblaciones pasadas.

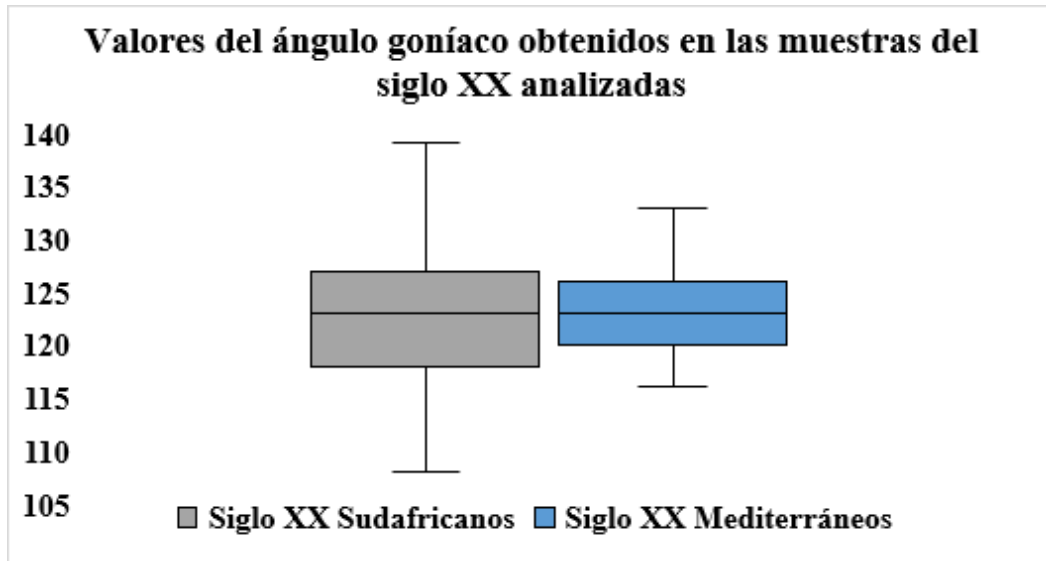
No obstante, diferentes autores (Usher, 2002; Hunt and Albanese, 2005; Komar and Grivas, 2008) han postulado la existencia de sesgos y limitaciones al respecto de si las colecciones de esqueletos contemporáneos pueden usarse como una referencia comparativa válida para reconstruir diferentes aspectos de la biología de las poblaciones vivas en el pasado.

En este caso los problemas surgen respecto de la estimación de los parámetros demográficos como la edad, sexo, afinidad de la población. Sin embargo, como evidenciaron Dayal et al., (2009), la Colección Dart cumple con las características definitorias de una colección esquelética de referencia válida para la investigación como son conocer la edad a la muerte de los esqueletos, la adecuada representación de la población viva de la que derivan los esqueletos en función del status social, económico, raza y salud, y la representación de todas las edades en ambos sexos, aunque es cierto que existe mayor número de esqueletos procedentes de varones que procedentes de mujeres.

Asimismo, algunos autores consideran que el ángulo goníaco puede variar en diferentes grupos de población humana (Abu-Taleb and El Beshlawy, 2015). Por este motivo, hemos comparado los ángulos goníacos del siglo XX de la Colección Dart sudafricana con los ángulos goníacos de una muestra mediterránea del siglo XX de nuestro laboratorio; ambas muestras estaban compuestas por mandíbulas de esqueletos de adultos de origen caucásico, teniendo unos su origen en Sudáfrica y otros en el área mediterránea de Valencia, España. En este análisis no hemos encontramos diferencias significativas entre los valores del ángulo goníaco de las muestras mediterráneas y sudafricanas de los siglos XX ( $p=0.353$ ; prueba t de Student no pareada)

**Tabla 18.** Valores obtenidos en las muestras del siglo XX (todos los ángulos analizados)

Muestra	n	Media±DE	rango	IC 95%	p-value
Mediterránea	64	123.3±3.9 *	116-133	122.3-124.7	
Sudafricana	292	122.7±6.6 *	108-140	121.9-123.4	0.353



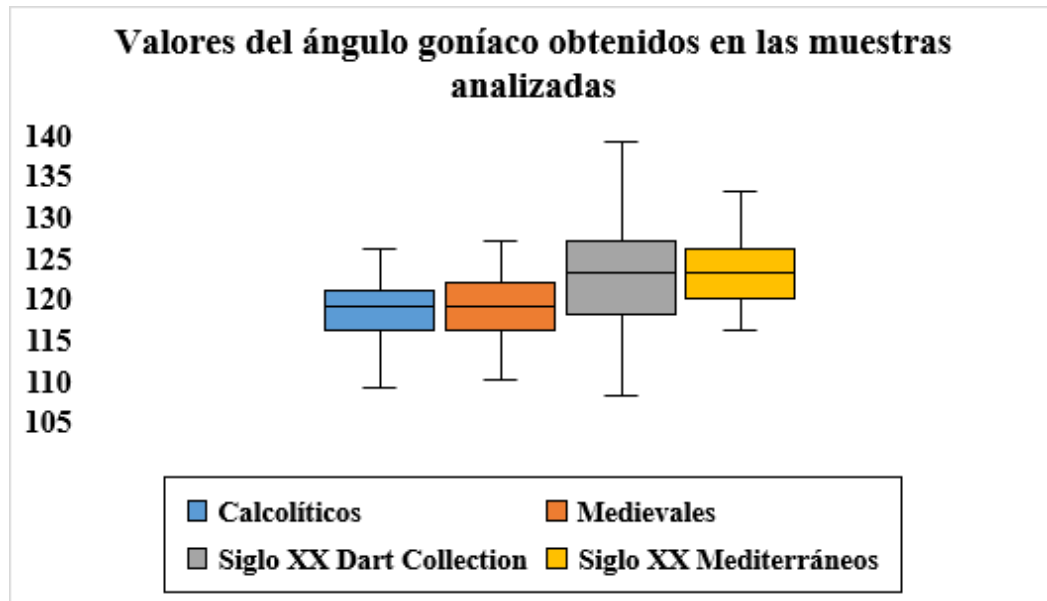
Además, si nos ceñimos al análisis exclusivo de las tres muestras de origen mediterráneo cuya localización se presenta en la Figura 35, observamos diferencias significativas al comparar los valores de los ángulos goníacos de la muestra mediterránea del siglo XX con los de la muestra medieval y la calcolítica ( $p < 0.001$ ; ANOVA).



**Figura 36.** Localización geográfica de las muestras mediterráneas analizadas en la presente Tesis Doctoral: 20<sup>th</sup> = muestra mediterránea del siglo XX; Md = muestra mediterránea medieval; Chl = muestra mediterránea Calcolítica.

Las comparaciones múltiples posteriores mediante la prueba de Tukey mostraron que los valores de todos los ángulos goníacos de la muestra mediterránea del siglo XX eran 4.1° mayores que los ángulos de la muestra Medieval ( $p < 0.001$ ; IC 95% 2.8-5.1), y 4.0° mayores que los ángulos de la Muestra Calcolítica ( $p < 0.001$ ; IC 95% 2.3-5.3), mientras que no se observaron diferencias significativas entre los valores de los ángulos de la Muestra Calcolítica y Medieval. Es decir, se reprodujeron los mismos resultados que los obtenidos en los análisis empleando la muestra del siglo XX de la Colección Dart, que es una colección de referencia mundial; asimismo, como hemos visto antes, no existían diferencias entre los resultados de la Colección Dart sudafricana y la muestra

mediterránea del siglo XX de nuestro laboratorio ( $p = 0.353$ ; prueba t de Student no pareada), ambas formadas por individuos caucásicos. Es por lo que consideramos que en este caso específico el origen y la localización geográfica no han influido en los resultados obtenidos.



Al respecto de la validez de los resultados obtenidos, los consideramos completamente válidos a tenor de los resultados del análisis ICC tras emplear el mismo mandibulómetro convencional en todas las muestras analizadas, puesto que al inicio del desarrollo de la presente línea de investigación cometimos un error en el estudio de la muestra calcolítica, ya que inicialmente empleamos la misma metodología de medición del Trabajo de Fin de Master (Faus-Valero, 2016) que sirvió de base para el posterior desarrollo de la presente Tesis Doctoral (fotografía tomada con una cámara réflex, Pentax K200 adaptándole un objetivo Takumara-A 28-80 mm 1:3.5~4.5 28~80 mm, posicionando la mandíbula en visión lateral, izquierda y derecha, en paralelo a la cámara y usando el tele 80/100, y finalmente midiéndose los ángulos con las herramientas de

Photoshop Ps) y obtuvimos resultados (Faus-Valero et al., 2019) que eran erróneamente elevados y no reproducibles, cosa que detectamos al repetir las mediciones con el mandibulómetro convencional en la segunda visita al laboratorio del Profesor Lomba Maurandi en la Universidad de Murcia para aumentar la muestra calcolítica y ver que no coincidían los resultados.

Ello nos obligó a reflexionar y decidir reanalizar partiendo de cero todas las mandíbulas del presente trabajo mediante el mismo mandibulómetro convencional y realizar el análisis ICC que ha demostrado la validez de las mediciones realizadas. Por este motivo, sugerimos que siempre se realicen las mediciones de las muestras empleando el mismo tipo de mandibulómetro; por ejemplo, si en una investigación se va a comparar mandíbulas de sujetos vivos con mandíbulas esqueléticas, no emplear radiografías en los vivos y mandibulometría tradicional en las mandíbulas esqueléticas, y sí radiografiar las mandíbulas esqueléticas y hacer sobre las radiografías las mediciones de los ángulos tanto en los vivos como en las mandíbulas esqueléticas, y finalmente aplicar de forma obligatoria el análisis ICC para poder dar por válidas todas las mediciones realizadas.

Asimismo, no debemos dejar de tener en cuenta a la hora de analizar nuestros resultados el estudio de Xie y Ainamo (2004), realizado en un subgrupo de sujetos con una edad promedio de 27 años, en otro segundo subgrupo con una edad promedio de 64 años y en un tercer subgrupo de sujetos mayores de 80 años, que encontró diferencias significativas en los valores del ángulo goníaco entre hombres y mujeres en sus primeros dos subgrupos, pero no en sujetos edéntulos mayores. Por este motivo, nuestros criterios de inclusión y exclusión se centraron en conseguir unas muestras lo



más comparables entre sí al buscar que fuesen homogéneas en edad, en distribución por sexos y en la presencia de los mismos dientes.

Otras dos cuestiones que hemos analizado en el presente trabajo son la asimetría (diferencias entre ángulo goníaco izquierdo y derecho) y el dimorfismo sexual. Es conocido que los valores del ángulo goníaco humano muestran cambios durante el proceso de crecimiento (Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018) y cuando el crecimiento cesa aparece la controversia de si existe dimorfismo sexual teniendo las mujeres unos valores más elevados.

En este contexto, y en relación a la asimetría y el dimorfismo sexual, no se han encontrado diferencias significativas entre los valores del ángulo goníaco derecho e izquierdo en las muestras calcolíticas, medievales y del siglo XX, aunque las mujeres presentaron valores de los ángulos significativamente más grandes en las muestras medievales y del siglo XX, pero no así en la muestra calcolítica. A este respecto, nuestras muestras estaban bien equilibradas entre sexos, aunque, no obstante, no se puede descartar que el bajo tamaño muestral de la muestra calcolítica, debido al estado de conservación de la muestra calcolítica y los criterios de inclusión y exclusión que se establecieron, pueda haber condicionado los resultados obtenidos.

Sin embargo, si nos centramos en estudios realizados en sujetos vivos algunos no han encontrado diferencias significativas al comparar los valores del ángulo goníaco de las mujeres y los hombres (Ohm and Silness, 1999; Dutra et al., 2004; Uthman, 2007; Hassan, 2011; Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018) mientras que otro autores sí encontraron valores significativamente mayores en mujeres al compararlos con los de los hombres: Bhardwaj et al., (2014) encontraron valores de  $122.10 \pm 6.04$  y  $117.66$

$\pm 6.54$  en mujeres y hombre respectivamente; Huumonen et al., (2010) valores de  $127.3 \pm 6.4$  y  $123.3 \pm 7.4$  en mujeres y hombre respectivamente), y Abu Alhaija et al., (2011) valores de ángulo goníaco de  $125.10 \pm 7.06$  en las mujeres y de  $123.43 \pm 7.85$  en los hombres. Asimismo, en relación a las asimetrías en sujetos vivos algunos autores no han encontrado diferencias entre los valores de los ángulos derechos e izquierdos (Dutra et al., 2004; Uthman, 2007; Upadhyay et al., 2012; Dhara et al., 2019) mientras que otros sí (Chole et al., 2013; Bhardwaj et al., 2014; Larrazabal-Moron and Sanchis-Gimeno, 2018; Pillaia et al., 2018).

En el presente trabajo hemos encontrado que los hombres calcolíticos presentaban valores mayores del ángulo izquierdo en comparación con el derecho, y las mujeres medievales valores mayores del ángulo izquierdo en comparación con el derecho. Nuevamente incidimos en el bajo tamaño muestral como posible causa de los resultados obtenidos ya que en la muestra del siglo XX compuesta por un elevado número de individuos no hemos encontrado esas diferencias. Asimismo, hay un hecho que queda por dilucidar en futuras investigaciones que es el estudio de la correlación entre la predominancia de la mordida izquierda o derecha en función de si un individuo es zurdo o diestro, y su posible efecto sobre los valores del ángulo goníaco, puesto que, si un individuo tiene predominancia unilateral en la mordida, la mayor fuerza ejercida en ese lado podría correlacionarse con valores del ángulo goníaco inferiores.

Si nos centramos en estudios realizados en muestras osteológicas de diferentes siglos, Gungor et al., (2007) no encontraron asimetrías entre los valores de los ángulos goníacos derecho e izquierdo de las personas que pertenecen al mismo sexo, pero las mujeres de su estudio presentaron ángulos goníacos más grandes, concluyendo que el

ángulo goníaco mandibular presenta dimorfismo sexual: las mujeres tienen valores más altos del ángulo goníaco como documentaron a partir del análisis comparativo de asentamientos históricos y muestras contemporáneas en Anatolia.

Además, Hayashi et al., (2012) en su estudio encontraron diferencias morfológicas entre las mujeres japonesas del período Edo y las mujeres japonesas contemporáneas, y aunque reflejaron que la razón de sus resultados seguía siendo poco clara, posiblemente los resultados obtenidos eran debidos tanto a los cambios ambientales como a la variación genética en los últimos 100 años. Del mismo modo, Katz et al., (2017) también propusieron que los mecanismos genéticos están involucrados en la forma del cráneo y la mandíbula. En este contexto, Coquerelle et al., (2011) destacaron que el dimorfismo sexual en la mandíbula está estrechamente relacionado con los tejidos blandos de la cavidad oral porque son un componente importante del crecimiento facial.

Si nos centramos en estudios esqueléticos realizados en muestras osteológicas del siglo XIX y XX, nuestros resultados están en consonancia con lo observado por Kilroy et al., (2020). Kilroy et al., (2020) estudiaron en estadounidenses de origen europeo nacidos entre 1824 y 1987 los cambios en los rasgos mandibulares como el ángulo goníaco. En su estudio consideraron a las personas nacidas antes de finales del siglo XX como grupo histórico y los nacidos posteriormente como modernos, y al igual que en la presente Tesis Doctoral, observaron un cambio evidente en la expresión de rasgos morfológicos mandibulares como el ángulo goníaco, que se corresponden con un proceso de gracilización durante un período relativamente corto de tiempo que, como bien indicaron coincide con los avances en la medicina y cambios en la dieta (Kilroy et al., 2020). Los cambios morfológicos indican que la morfología mandibular se está

volviendo más grácil en general en el último siglo con una disminución en la altura mientras aumenta en longitud (Martin y Danforth, 2009; Kilroy et al., 2020).

Otro aspecto a destacar es que el análisis anatómico de esqueletos antiguos y actuales permite llevar a cabo investigación traslacional inversa. Por ejemplo, el aumento de los valores del ángulo goníaco detectado en los sujetos presentes en comparación con los esqueletos de poblaciones que vivieron hace varios siglos, puede proporcionar información sobre posibles síntomas clínicos y/o patologías que las personas actuales pueden presentar.

La confirmación de la hipótesis de los valores más elevados del ángulo goníaco en las poblaciones actuales puede tener un efecto en la predicción de la patología maxilofacial, ya que von Cramon-Taubadel (2011) sugirió que la dieta tiene implicaciones para la comprensión de los fenómenos clínicos modernos, tales como la incidencia relativamente alta de apiñamiento dental y maloclusiones en las poblaciones postindustriales. Nakagawa et al., (2019) que plantearon la hipótesis de que la morfología maxilofacial / maloclusión se asocia con la fuerza de mordida, observaron que el ángulo goníaco es el factor más importante que afecta la fuerza de mordida porque aquellos sujetos con valores de ángulo goníaco elevados tenían una menor fuerza en la mordida que afectaba negativamente a la oclusión dental. En otras palabras, el aumento de los valores del ángulo goníaco relacionado con la dieta blanda actual puede ser un factor de riesgo de maloclusión en la población actual.

Las maloclusiones son mucho más comunes actualmente que en las poblaciones arcaicas cuya dieta se componía de elementos que necesitaban mayores cargas mecánicas para ser triturados (El-Zaatari, 2000; Marangoni et al., 2011). Esta reducción

de la carga masticatoria se ha relacionado con la reducción del tamaño de la mandíbula a lo largo de la evolución (von Cramon-Taubadel, 2011; Galland et al., 2016; May et al., 2018), y a su vez, la aparición de mandíbulas pequeñas se ha asociado con la presencia de alteraciones anatómo-morfológicas como el apiñamiento dental (Howe et al., 1983; Corruccini, 1984; Toro-Ibacache et al., 2014; Pinhasi et al., 2015). Asimismo, este proceso de gracilización mandibular, que se ha observado en nuestra investigación al comparar las muestras entre sí y detectar valores mayores del ángulo goníaco en las muestras actuales, puede asociarse con la actual elevada incidencia de las maloclusiones dentarias, debido a que las mandíbulas actuales son pequeñas y débiles en comparación con las de las poblaciones antiguas debido a los cambios en la dieta, y ello se ha mencionado como el origen de las maloclusiones dentales actuales (Corruccini, 1984; Howe et al., 1983; Pinhasi et al., 2015).

De este modo, las mandíbulas con maloclusión de clase II son pequeñas y gráciles, mientras que las mandíbulas con maloclusión de clase III son más grandes, pero también gráciles (Toro-Ibacache et al., 2019). En el fondo la maloclusión esquelética es un defecto común que ocurre debido a la distorsión del desarrollo maxilar y/o mandibular que acabará por afectar el posicionamiento y alineación dental (Joshi et al., 2014), aunque una maloclusión por sí sola puede que nunca llegue a justificar el tratamiento ortodóntico y/o quirúrgico excepto cuando cause daño estético o problemas funcionales (Mohlin and Thilander, 1984). En este contexto, el ángulo goníaco es una referencia básica y necesaria cuando hay que planear actuaciones quirúrgicas en pacientes con maloclusiones de clase II y III (Nanda, 1990; Tahmina et al., 2000). Por estos motivos la presente Tesis Doctoral deben servir como inicio de nuevas líneas de investigación que traten de confirmar la posible relación entre los hábitos alimenticios actuales y la

presencia de maloclusiones con la subsiguiente necesidad de tratamiento ortodóntico y/o quirúrgico.

En este contexto, nuestros resultados también pueden tener otras implicaciones para futuras investigaciones, ya que parece existir una correlación positiva entre la presencia de valores elevados del ángulo goníaco y la presencia de fracturas del ángulo mandibular (Panneerselvam et al., 2017; Berezhnyak-Elias et al., 2018; Dhara et al., 2019), que son las fracturas mandibulares más comunes (Aleysson et al., 2008).

Desde una perspectiva estructural, una mandíbula grácil y vertical, con masa ósea reducida, es una mandíbula débil (van Spronsen, 2010) debido a su reducida capacidad para soportar las fuerzas de torsión que surgen durante la masticación (Korioth and Hannam, 1994; van Eijden, 2000).

Se ha sugerido que los individuos con ángulos goníacos más pequeños (como se observa en nuestra muestra calcolítica y medieval) tienen una mayor actividad muscular y, por lo tanto, un mayor grosor del hueso cortical (Jonasson and Kiliaridis, 2004; Osato et al., 2012), mientras que los sujetos con valores de ángulo goníaco más grandes (como lo observado en nuestra muestra del siglo XX) generan fuerzas de mordida relativamente disminuidas y presentan una disminución del grosor del hueso cortical (Panneerselvam et al., 2017).

El hueso cortical juega un papel importante en la determinación de la resistencia ósea y el riesgo de fractura (Li et al., 2015), así como es, además, un determinante importante de la resistencia ósea (Schneider et al., 2007; Sansalone et al., 2010) y un factor crítico en el inicio y propagación de las fracturas óseas (Voide et al., 2009). Por lo tanto, el

aumento actual en los valores del ángulo goníaco con su asociada reducción en el grosor cortical (Panneerselvam et al., 2017) puede estar aumentando el riesgo de fracturas del ángulo mandibular en los sujetos actuales, que son atribuidas a la presencia en el ángulo de un área de sección transversal más delgada y al cambio en la dirección del patrón trabecular (Dhara et al., 2019). Asimismo, también se ha informado que la presencia de un tercer molar mandibular impactado debilita la mandíbula en la región del ángulo mandibular y se ha postulado como un factor de riesgo para fracturas de ángulo (Iida et al., 2005; Dhara et al., 2019) porque su presencia debilita la mandíbula reduciendo el hueso cortical (Iida et al., 2005) aunque en nuestra investigación excluimos las mandíbulas con terceros molares incluidos.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio pueden complementarse con una nueva investigación esquelética para determinar si los esqueletos modernos presentan una alta incidencia de fracturas del ángulo mandibular en comparación con los esqueletos de siglos pasados.





## CONCLUSIONES

---



## 6. CONCLUSIONES

Del trabajo de investigación realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

PRIMERA. La presente Tesis Doctoral sugiere que las mandíbulas actuales presentan ángulos goníacos más largos que las mandíbulas medievales y calcolíticas, siendo plausible que la dieta blanda actual secundaria al procesamiento de los alimentos, con la correspondiente disminución de la carga necesaria para triturarlos, sea la responsable de estos valores actuales más largos. No obstante, será necesaria más investigación para determinar también el posible efecto sobre la forma mandibular y los valores del ángulo goníaco de factores como el status social, la nutrición, las diferencias geográficas, la etnicidad y las diferencias genéticas.

SEGUNDA. Los actuales valores más largos del ángulo goníaco en comparación a los calcolíticos y medievales, unido a la ausencia de diferencias entre los calcolíticos y medievales, sugiere que el patrón evolutivo de gracilización mandibular y facial se está acelerando en los últimos siglos.

TERCERA. La investigación realizada en las muestras osteológicas de los últimos 5.000 años permite descartar la existencia de asimetría en los valores de los ángulos goníacos mandibulares, de tal modo que sugerimos que toda asimetría sea considerada una variación de la anatomía normal con independencia de su posible repercusión estética o clínica.

CUARTA. El plan de investigación doctoral realizado permite afirmar que en la actualidad existe dimorfismo sexual en los valores del ángulo goníaco, plasmado en la

tendencia de las mujeres a tener valores más largos del ángulo goníaco, que puede deberse a la mayor gracilización facial de las mujeres. No obstante, será necesario aumentar el tamaño muestral calcolítico y analizar nuevas muestras esqueléticas datadas hace 2.000 años para poder acotar a partir de qué época se manifiesta este dimorfismo sexual.

QUINTA. La constatación en la presente Tesis Doctoral de la presencia en la población actual de valores más largos del ángulo goníaco o mandibular, lleva implícita la necesidad de iniciar nuevas líneas de investigación que determinen si están aumentando en la actualidad las fracturas del ángulo mandibular, debido a la correlación positiva entre la presencia de valores elevados del ángulo goníaco y la presencia de fracturas del ángulo mandibular, así como nuevas líneas de investigación que traten de confirmar la posible relación entre los hábitos alimenticios actuales y la presencia de maloclusiones con la subsiguiente necesidad de tratamiento ortodóntico y/o quirúrgico.





## BIBLIOGRAFÍA

---





## 7. BIBLIOGRAFÍA

ABRAMSON JH, SLOME C, WARD NT (1960) Diet and health of a group of African agricultural workers in South Africa. *Am J Clin Nutr.* 8:875-884.

ABU ALHAIJA ES, ALBHAIRAN HM, ALKHATEEB SN (2011) Mandibular third molar space in different antero-posterior skeletal patterns. *Eur. J. Orthod.* 33:570-576.

ABU-TALEB NS, EL BESHLOWY DM (2015) Mandibular Ramus and Gonial Angle Measurements as Predictors of Sex and Age in an Egyptian Population Sample: A Digital Panoramic Study. *J Forensic Res* 6:5.

ALEXANDER MM, GERRARD CM, GUTIÉRREZ A, MILLARD AR (2015) Diet, society, and economy in late medieval Spain: stable isotope evidence from Muslims and Christians from Gandía, Valencia. *Am J Phys Anthropol.* 156:263-273.

ALEYSSON PO, ABUABARA A, PASSERI LA (2008) Analysis of 115 mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 66:73-76.

ALOMAR X, MEDRANO J, CABRATOSA J, CLAVERO JA, LORENTE M, SERRA I, MONILL JM, SALVADOR A (2007) Anatomy of the temporomandibular joint. *Semin. Ultrasound CT MR.* 28:170-183.

ALTONEN M, HAAVIKKO K, MATTILA K (1977) Developmental position of lower third molar in relation to gonial angle and lower second molar. *Angle Orthod.* 47:249-255.

AVILÉS, A, HABER, M. LOMBA J (2012) Enterramiento múltiple del yacimiento calcolítico de Camino del Molino (Caravaca De La Cruz, Murcia). En: Turbón D, Fañanás L, Rissech C y Rosa A (eds). Biodiversidad Humana y Evolución. Barcelona, pp. 186-188.

BEREZNYAK ELIAS Y, SHILO D, EMODI O, NOY D, RACHMIEL A (2018) The Relation Between Morphometric Features and Susceptibility to Mandibular Angle Fractures. *J Craniofac Surg.* 29:e663-e665.

BHARDWAJ D, KUMAR JS, MOHAN V (2014) Radiographic evaluation of mandible to predict the gender and age. *J. Clin. Diagn. Res.* 8:66-69.

BILGIC F, GELGOR IE, CELEBI AA (2015) Malocclusion prevalence and orthodontic treatment need in central Anatolian adolescents compared to European and other nations' adolescents. *Dental Press J Orthod* 20:75-81.

BJÖRK A (1969) Prediction of mandibular growth rotation. *Am. J. Orthod.* 55:585-599.

BURNS KR. *Forensic Anthropology Manual* (2008) Edicions Bellaterra SL, Barcelona.

CHOLE RH, PATIL RN, BALSARAF CHOLE S, GONDIVKAR S, GADBAIL AR, YUWANATI MB (2013) Association of mandible anatomy with age, gender, and dental status: a radiographic study. *ISRN Radiol.* 2013:453763.

COQUERELLE M, BOOKSTEIN FL, BRAGA J, HALAZONETIS DJ, WEBER GW, MITTEROECKER P (2011) Sexual dimorphism of the human mandible and its association with dental development. *Am J Phys Anthropol* 145:192-202.

CORRUCCINI RS (1984) An epidemiologic transition in dental occlusion in world populations. *Am J Orthod* 86:419-426.

DAYAL MR, KEGLEY AD, STRKALJ G, BIDMOS MA, KUYKENDALL KL (2009) The history and composition of the Raymond A. Dart Collection of Human Skeletons at the University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa. *Am J Phys Anthropol.* 140:324-335.

DE SOUSA G, DE AMORIN A, DOS SANTOS C, DA SILVO J (2009) Evaluation of dental eruption of third molars in the length of mandible. *Int J Morphol.* 27:1319-1323.

DHARA V, KAMATH AT, VINEETHA R (2019) The influence of the mandibular gonial angle on the occurrence of mandibular angle fracture. *Dent Traumatol.* 35:188-193.

DRAKE RL, WAYNE-VOGEL A, MITCHELL AWM (2010) *Gray's anatomy.* 2nd edition. Barcelona: Elsevier.

DUTRA V, YANG J, DEVLIN H, SUSIN C (2004) Mandibular bone remodelling in adults: evaluation of panoramic radiographs. *Dentomaxillofac. Radiol.* 33:323-328.

EL-ZAATARI S (2010) Occlusal microwear texture analysis and the diets of historical/prehistoric hunter-gatherers. *Int J Osteoarchaeol* 20:67-87.

ENLOW D, HANS M. *Crecimiento facial.* McGraw Hill Interamericana 1998; Mexico.

ERCAN I, SARIKCIOGLU L, SMITH HF, SANCHIS-GIMENO JA, PEKER T, OZYIGIT G (2015) Quantitative Anatomical Studies. *Biomed Res Int* 2015:781590.

FAUS-VALERO B (2016) Anatomía cuantitativa del ángulo goníaco mandibular. Trabajo de Fin de Master en Investigación en Biomedicina. Universidad de Valencia, España.

FAUS-VALERO B, LLIDO-TORRENT S, LOMBA-MAURANDI J, SANCHIS-GIMENO JA, NALLA S (2019) Differences in gonial angle values between chalcolithic and present subjects. 47th annual conference Anatomical Society of Southern Africa (ASSA). Pilanesberg (South Africa).

FAUS-VALERO B, LLIDO-TORRENT S, MIQUEL-FEUTCH M, QUILES-GUIÑAU L, PEREZ-BERMEJO M, NALLA S, SANCHIS-GIMENO JA (2020) Gonial angle measures in Medieval and contemporary skeletons. Eur J Anat In Press

FURQUIM BD, JANSON G, COPE LCC, FREITAS KMS, HENRIQUES JFC (2018) Comparative effects of the Mandibular Protraction Appliance in adolescents and adults. Dental Press J Orthod. 23:63-72.

GALLAND M, VAN GERVEN DP, VON CRAMON-TAUBADEL N, PINHASI R (2016) 11,000 years of craniofacial and mandibular variation in Lower Nubia. Sci Rep 6:31040

GUEDE I, ORTEGA LA, ZULUAGA MC, ALONSO-OLAZABAL A, MURELAGA X, PINA M, GUTIERREZ FJ, IACUMIN P (2017) Isotope analyses to explore diet and mobility in a medieval Muslim population at Tauste (NE Spain). PLoS One. 12:e0176572.

GUNGOR K, SAGIR M, OZER I (2007) Evaluation of the gonial angle in the Anatolian populations: from past to present. *Coll Antropol.* 31: 375-378.

HAAVIKKO K, ALTONEN M, MATTILA K (1978) Predicting angulational development and eruption of the lower third molar. *Angle Orthod.* 48:39-48.

HABER U, AVILÉS F, LOMBA M (2013) Estudio antropológico preliminar de los restos humanos calcolíticos del enterramiento múltiple de Camino del Molino (Caravaca de la Cruz, Murcia). *Biodiversidad humana y evolución.* Universidad de Barcelona Barcelona, pp. 236-242.

HASSAN AH (2011) Mandibular cephalometric characteristics of a Saudi sample of patients having impacted third molars. *Saudi Dent. J.* 23:73-80.

HAYASHI K, SAITOH S, MIZOGUCHI I (2011) Morphological analysis of the skeletal remains of Japanese females from the Ikenohata-Shichikencho site. *Eur J Orthod.* 34: 575-581.

HOWE RP, MCNAMARA JA JR, O'CONNOR KA (1983) An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *Am J Orthod* 83:363-373.

HUNT D, ALBANESE J (2005) History and demographic composition of the Robert J. Terry anatomical collection. *Am J Phys Anthropol* 127:406-417.

HUUMONEN S, SIPILÄ K, HAIKOLA B, TAPIO M, SÖDERHOLM AL, REMES-LYLY T, OIKARINEN K, RAUSTIA AM (2010) Influence of edentulousness on gonial angle, ramus and condylar height. *J. Oral Rehabil.* 37:34-38.

IIDA S, HASSFELD S, REUTHER T, NOMURA K, MÜHLING J (2005) Relationship between the risk of mandibular angle fractures and the status of incompletely erupted mandibular third molars. *J Craniomaxillofac Surg.* 33:158-163.

JONASSON G, KILIARIDIS S (2004) The association between the masseter muscle, the mandibular alveolar bone mass and thickness in dentate women. *Arch Oral Biol* 49: 1001-1006.

JOSHI N, HAMDAN AM, FAKHOURI WD (2014) Skeletal malocclusion: a developmental disorder with a life-long morbidity. *J Clin Med Res.* 6:399-408.

KAIFU Y (1997) Changes in mandibular morphology from the Jomon to modern periods in eastern Japan. *Am J Phys Anthropol.* 104: 227-243

KATO T, VELLY AM, NAKANE T, MASUDA Y, MAKI S (2012) Age is associated with self-reported sleep bruxism, independently of tooth loss. *Sleep Breath.* 16:1159-1165.

KATZ DC, GROTE MN, WEAVER TD (2017) Changes in human skull morphology across the agricultural transition are consistent with softer diets in preindustrial farming groups. *PNAS* 114:9050-9055.

KILROY GS, TALLMAN SD, DIGANGI EA (2020) Secular change in morphological cranial and mandibular trait frequencies in European Americans born 1824-1987. *Am J Phys Anthropol.* In Press DOI: 10.1002/ajpa.24115

KNIPPER C, HELD P, FECHER M, NICKLISCH N, MEYER C, SCHREIBER H, ZICH B, METZNER-NEBELSICK C, HUBENSACK V, HANSEN L, NIEVELER E,

ALT KW. 2015. Superior in life-superior in death: dietary distinction of central European prehistoric and medieval elites. *Curr. Anthropol* 56:579-589.

KOMAR D, GRIVAS C (2008) Manufactured populations: what do contemporary reference skeletal collections represent? A comparative study using the Maxwell Museum Documented Collection. *Am J Phys Anthropol* 137:224-233.

KOO TK, LI MY (2016) A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 15:155-163.

KORIOTH T, HANNAM A (1994) Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. *J Dent Res* 73:56-66.

LADANI P, SAILER HF, SABNIS R (2013) Tessier 30 symphyseal mandibular cleft: early simultaneous soft and hard tissue correction - a case report. *J Craniomaxillofac Surg.* 41:735-739.

LARRAZABAL-MORON C, SANCHIS-GIMENO JA (2018) Gonial angle growth patterns according to age and gender. *Ann Anat.* 215:93-96.

LAVIGNE GJ, MONTPLAISIR JY (1994) Restless legs syndrome and sleep bruxism: prevalence and association among Canadians. *Sleep.* 17:739-743.

LE HURAY JD, SCHUTKOWSKI (2005). Diet and social status during the La Tène period in Bohemia: carbon and nitrogen stable isotope analysis of bone collagen from Kutná Hora-Karlovy and Radovesice. *J. Anthropol. Archaeol.* 24:135-147.

LEE MH, KIM HJ, KIM DK, YU SK (2015) Histologic features and fascicular arrangement of the inferior alveolar nerve. *Arch. Oral Biol.* 60:1736-1741.

LEVERSHA J, MCKEOUGH G, MYRTEZA A, SKJELLRUP-WAKEFILED H, WELSH J, SHOLAPURKAR A (2016) Age and gender correlation of gonial angle, ramus height and bigonial width in dentate subjects in a dental school in Far North Queensland. *J Clin Exp Dent.* 8:e49-54.

LI C, JIN D, CHEN C, LETUCHY EM, JANZ KF, BURNS TL, TORNER JC, LEVY SM, SAHA PK (2015) Automated cortical bone segmentation for multirow-detector CT imaging with validation and application to human studies. *Med Phys* 42:4553-4565.

LIPSKI M, TOMASZEWSKA IM, LIPSKA W, LIS GJ, TOMASZEWSKI KA (2013) The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinical implications. *Folia Morphol. (Warsz).* 72:285-292.

LOBBEZOO F, AHLBERG J, GLAROS AG, KATO T, KOYANO K, LAVIGNE GJ, DE LEEUW R, MANFREDINI D, SVENSSON P, WINOCUR E (2013) Bruxism defined and graded: an international consensus. *J Oral Rehabil.* 40:2-4.

LOMBA-MAURANDI J, LÓPEZ-MARTÍNEZ M, RAMOS-MARTÍNEZ F, AVILÉS FERNÁNDEZ A (2009) The collective chalcolithic burial of Camino del Molino (Caravaca de la Cruz, Murcia, Spain). *Methodology and the first results of an exceptional archaeological site. Trabajos de Prehistoria* 66:143-159.

LUTHER F (1993) A cephalometric comparison of medieval skulls with a modern population. *Eur J Orthod* 15:315-325.



MANFREDINI D, WINOCUR E, GUARDA-NARDINI L, PAESANI D, LOBBEZOO F (2013) Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. *J Orofac Pain.* 27:99-110.

MARANGONI A, BELLI ML, CARAMELLI D, MOGGI-CECCHI J, ZAVATTARO M, MANZI G (2011) Tierra del Fuego, its ancient inhabitants, and the collections of skeletal remains in the Museums of Anthropology of Florence and Rome. *Museologia Scientifica* 5:88-96.

MARTIN DC, DANFORTH ME (2009) An analysis of secular change in the human mandible over the last century. *Am J Hum Biol.* 21:704-706.

MAY H, SELLA-TUNIS T, POKHOJAEVA A, PELED D, SARIG R (2018) Changes in mandible characteristics during the terminal Pleistocene to Holocene Levant and their association with dietary habits. *J Archaeol Sci Rep* 22:413-419.

MAZZA D, MARINI M, IMPARA L, CASSETTA M, SCARPATO P, BARCHETTI F, DI PAOLO C (2009) Anatomic examination of the upper head of the lateral pterygoid muscle using magnetic resonance imaging and clinical data. *J Craniofac Surg.* 20:1508-1511.

MOHLIN B, THILANDER B (1984) The importance of the relationship between malocclusion and mandibular dysfunction and some clinical applications in adults. *Eur J Orthod.* 6:192-204.

NAKAGAWA S, MAEDA-IINO A, MIYAWAKI S (2019) Relationships of maxillofacial morphology and malocclusion with handgrip strength in adult women. *Orthod Craniofac Res.* 22:159-167.

NANDA SK (1990) Growth patterns in subjects with long and short faces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 98: 247-58.

NICHOLSON E, HARVATI K (2016) Quantitative analysis of human mandibular shape using three-dimensional geometric morphometrics. *Am. J. Phys. Anthropol.* 131: 368-383.

OGAWA T, OSATO S (2013) Growth changes of the mandibular body with eruption of mandibular third molars: analysis of anatomical morphometry and quantitative bone mineral content by using radiography. *Ann Anat.* 195:143-150.

OHM E, SILNESS J (1999) Size of the mandibular jaw angle related to age, tooth retention and gender. *J Oral Rehabil* 26: 883-891.

OSATO S, KUROYAMA I, NAKAJIMA S, OGAWA T, MISAKI K (2012) Differences in 5 anatomic parameters of mandibular body morphology by gonial angle size in dentulous Japanese subjects. *Ann Anat* 194: 446-451.

PADMAJA SATHEESWARAKUMAR L, ELENJICKAL TJ, RAM SKM, THANGASAMY K (2018) Assessment of Mandibular Surface Area Changes in Bruxers Versus Controls on Panoramic Radiographic Images: A Case Control Study. *Open Dent* 12:753-761.

PALINKAS M, BATAGLION C, DE LUCA CANTO G, MACHADO CAMOLEZI N, TEIXEIRA THEODORO G, SIESSERE S, SEMPRIMI M, HALLAK REGALO SC (2016) Impact of sleep bruxism on masseter and temporalis muscles and bite force. *Cranio* 34:309-315.

PANNEERSELVAM E, PRASAD PJ, BALASUBRAMANIAM S, SOMASUNDARAM S, RAJA KV, SRINIVASAN D (2017). The Influence of the Mandibular Gonial Angle on the Incidence of Mandibular Angle Fracture-A Radiomorphometric Study. *J Oral Maxillofac Surg.* 75:153-159.

PILLAIA JP, SHAHB RJ, DARJIB B, BANKERC A, PILLAI RJ (2018) Association of the gonial angle with age, gender, and dental status: A radiographic study using lateral cephalogram and orthopantomogram. *J. Forensic Radiol. Imaging* 15:8-13.

PINHASI R, ESHED V, VON CRAMON-TAUBADEL N (2015) Incongruity between affinity patterns based on mandibular and lower dental dimensions following the transition to agriculture in the Near East, Anatolia and Europe. *PLoS One* 10:e0117301.

POKHOJAEV A, AVNI H, SELLA-TUNIS T, SARIG R, MAY H (2019) Changes in human mandibular shape during the Terminal Pleistocene-Holocene Levant. *Sci Rep.* 9: 8799.

RANDO C, HILLSON S, ANTOINE D (2014) Changes in mandibular dimensions during the medieval to post-medieval transition in London: a possible response to decreased masticatory load. *Arch Oral Biol.* 59:73-81.

SAKA B, WREE A, HENKEL KO, ANDERS L, GUNDLACH KK (2002) Blood supply of the mandibular cortex: an experimental study in Göttingen minipigs with special reference to the condyle. *J Craniomaxillofac Surg.* 30:41-45.

SÁNCHEZ-VILLAGRA MR, VAN SCHAIK CP (2019) Evaluating the self-domestication hypothesis of human evolution. *Evol Anthropol.* 28:133-143.

SANSALONE V, NAILI S, BOUSSON V, BERGOT C, PEYRIN F, ZARKA J, LAREDO JD, HAÏAT G (2010) Determination of the heterogeneous anisotropic elastic properties of human femoral bone: from nanoscopic to organ scale. *J Biomech* 43:1857-1863.

SASSOUNI V (1969) A classification of skeletal facial types. *Am. J. Orthod.* 55:109-123.

SCHNEIDER P, STAUBER M, VOIDE R, STAMPANONI M, DONAHUE LR, MÜLLER R (2007) Ultrastructural properties in cortical bone vary greatly in two inbred strains of mice as assessed by synchrotron light based micro- and nano-CT. *J Bone Miner Res* 22:1557-1570.

SELLA-TUNIS T, POKHOJAEV A, SARIG R, O'HIGGINS P, MAY H (2018) Human mandibular shape is associated with masticatory muscle force. *Sci Rep* 8:6042.

SMITH HF (2009) Which cranial regions reflect molecular distances reliably in humans? Evidence from three-dimensional morphology. *Am. J. Hum. Biol.* 21:36-47.

SUAZO-GALDAMES IC, ZAVANDO-MATAMALA DA, LUIZ-SMITH R (2008) Evaluating accuracy and precision in morphologic traits for sexual dimorphism in malnutrition human skull: a comparative study. *Int J Morphol* 26: 877-881.

TAHMINA K, TANAKA E, TANNE K (2000) Craniofacial morphology in orthodontically treated patients of class III malocclusion with stable and unstable treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:681-90

THOMPSON A W (1948) *On Growth and Form*. New York, MacMillan, pp 1-21.

TORO-IBACACHE V, CORTÉS ARAYA J, DÍAZ MUÑOZ A, MANRÍQUEZ SOTO G (2014) Morphologic variability of nonsyndromic operated patients affected by cleft lip and palate: a geometric morphometric study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 146:346-354.

TORO-IBACACHE V, UGARTE F, MORALES C, EYQUEM A, AGUILERA J, ASTUDILLO W (2019) Dental malocclusions are not just about small and weak bones: assessing the morphology of the mandible with cross-section analysis and geometric morphometrics. *Clin Oral Investig*. 23: 3479-3490.

TORO-IBACACHE V, ZAPATA MUÑOZ V, O'HIGGINS P (2016) The relationship between skull morphology, masticatory muscle force and cranial skeletal deformation during biting. *Ann Anat*. 203:59-68.

UPADHYAY RB, UPADHYAY J, AGRAWAL P, RAO NN (2012) Analysis of gonial angle in relation to age, gender, and dentition status by radiological and anthropometric methods. *J. Forensic Dent. Sci.* 4:29-33.

USHER B (2002) Reference samples: the first step in linking biology and age in the human skeleton. In: Hoppa R, Vaupel J, editors. *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*. London: Cambridge University Press. p 29-47.

UTHMAN AT (2007) Retromolar space analysis in relation to selected linear and angular measurements for an Iraqi sample. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 104:e76-82.

VAN EIJDEN TM (2000) Biomechanics of the mandible. *Crit Rev Oral Biol Med* 11:123-136.

VAN SPRONSEN PH (2010) Long-face craniofacial morphology: cause or effect of weak masticatory musculature? *Semin Orthod* 16:99-117.

VARRELA J (1990) Effects of attritive diet on craniofacial morphology: a cephalometric analysis of a Finnish skull sample. *Eur J Orthod.* 12: 219-223.

VOIDE R, SCHNEIDER P, STAUBER M, WYSS P, STAMPANONI M, SENNHAUSER U, VAN LENTHE GH, MÜLLER R (2009) Time-lapsed assessment of microcrack initiation and propagation in murine cortical bone at submicrometer resolution. *Bone* 45:164-173.

VON CRAMON-TAUBADEL N (2001) Global human mandibular variation reflects differences in agricultural and hunter-gatherer subsistence strategies. *Proc Natl Acad Sci USA.* 108:19546-19551.

WHITE TD, BLACK MT, FOLKENS TA (2011) *Human Osteology*. 3rd edn. Oxford: Academic Press.

---

WIDMER RJ, FLAMMER AJ, LERMAN LO, LERMAN A (2015) The Mediterranean diet, its components, and cardiovascular disease. *Am J Med.* 128: 229-238.

XIE QF, AINAMO A (2004) Correlation of gonial angle size with cortical thickness, height of the mandibular residual body, and duration of edentulism. *J. Prosthet. Dent.* 91:477-482.

ZANGOUEI-BOOSHEHRI M, AGHILI HA, ABASI M, EZODDINI-ARDAKANI F (2012) Agreement between panoramic and lateral cephalometric radiographs for measuring the gonial angle. *Iran J Radiol.* 9:178-182.









## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo Tablas

**Tabla 1.** Descriptiva de la edad en la Muestra Calcolítica.

Edad	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	CI 95%	P-valor *¶
Total	48	32.4	9.4	21	50	29.9-34.9	
Varones	25	32.5	9.7	21	50	28.8-36.1	
Mujeres	23	32.4	9.3	21	50	28.8-36.0	0.976

\* Prueba t de Student no pareada

**Tabla 2.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos en la Muestra Calcolítica

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor*
Derecho	48	118.8	4.0	109	126	117.6-119.9	0.564
Izquierdo	48	119.2	3.6	113	126	118.1-120.2	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 3.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres en la Muestra Calcolítica

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	23	110.0	3.9	111	126	117.3-120.8	0.216
Izquierdo	23	119.1	3.4	113	125	117.6-120.6	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 4.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en los varones de la Muestra Calcolítica

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	25	118.5	4.1	109	125	116.8-120.1	0.037 †
Izquierdo	25	119.2	3.9	113	126	117.6-120.8	

\* Prueba t de Student pareada; † Estadísticamente significativo

**Tabla 5.** Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra Calcolítica analizada.

Sexo	Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *¶
Varón	Derecho	25	118.5	4.1	109	125	116.8-120.1	<0.001 †
Mujer	Derecho	23	110.0	3.9	111	126	117.3-120.8	
Varón	Izquierdo	25	119.2	3.9	113	126	117.6-120.8	0.924
Mujer	Izquierdo	23	119.1	3.4	113	125	117.6-120.6	

\* Prueba t de Student no pareada; † Estadísticamente significativo

**Tabla 6.** Descriptiva de la edad en la Muestra Medieval analizada

Age	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Total	69	33.2	7.5	20	50	31.4-35.0	
Varón	36	34.6	7.0	20	50	32.2-36.9	
Mujer	33	31.8	7.8	20	50	29.0-34.6	0.124

\* Prueba t de Student no pareada

**Tabla 7.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos en la Muestra Medieval analizada.

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor
Derecho	69	118.9	3.5	110	126	118.1-119.8	0.131
Izquierdo	69	119.3	3.6	110	127	118.4-120.2	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 8.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres de la Muestra Medieval

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	33	120.9	2.9	116	126	119.9-121.9	0.040 †
Izquierdo	33	121.5	3.1	114	127	120.4-122.6	

\* Prueba t de Student pareada; † Estadísticamente significativo

**Tabla 9.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en los hombres de la Muestra Medieval

Ángulo	n	Media	SD	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	36	117.1	2.9	110	123	116.1-118.1	0.666
Izquierdo	36	117.3	2.9	110	123	116.3-118.3	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 10.** Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra Medieval analizada.

Sexo	Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Varón	Derecho	36	117.1	2.9	110	123	116.1-118.1	<0.001†
Mujer	Derecho	33	120.9	2.9	116	126	119.9-121.9	
Varón	Izquierdo	36	117.3	2.9	110	123	116.3-118.3	<0.001†
Mujer	Izquierdo	33	121.5	3.1	114	127	120.4-122.6	

\* Prueba t de Student no pareada; † Estadísticamente significativo

**Tabla 11.** Edad representada por sexos en la muestra del Siglo XX

Edad	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Total	146	38.6	8.6	21	50	37.2-40.0	
Varón	76	37.7	8.3	22	50	35.8-39.6	
Mujer	70	39.6	8.8	21	50	37.5-41.7	0.174

\* Prueba t de Student no pareada

**Tabla 12.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos analizados de la muestra del siglo XX

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	146	122.5	6.7	108	139	121.4-123.6	0.120
Izquierdo	146	122.8	6.4	109	141	121.8-127.0	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 13.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres de la muestra del siglo XX

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	70	124.4	5.8	111	139	123.0-125.8	0.307
Izquierdo	70	124.7	5.2	112	136	123.4-125.9	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 14.** Valores del ángulo izquierdo y derecho en los varones de la muestra del siglo XX

Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor *
Derecho	76	120.8	7.1	108	139	119.2-122.4	0.245
Izquierdo	76	121.1	7.0	109	141	119.5-122.7	

\* Prueba t de Student pareada

**Tabla 15.** Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra del siglo XX analizada

Sexo	Ángulo	n	Media	DE	Mínimo	Máximo	IC 95%	P-valor*
Varón	Derecho	76	120.8	7.1	108	139	119.2-122.4	<0.001†
Mujer	Derecho	70	124.4	5.8	111	139	123.0-125.8	
Varón	Izquierdo	76	121.1	7.0	109	141	119.5-122.7	<0.001†
Mujer	Izquierdo	70	124.7	5.2	112	136	123.4-125.9	

\* Prueba t de Student no pareada; † Estadísticamente significativo

**Tabla 16.** Comparación de los valores de los ángulos goníacos de cada muestra

Muestras	Media	DE	Rango	IC 95%	P-valor ¶
Calcolítica	118.9	3.8	109 - 130	118.2-119.7	<0.001 †
Medieval	119.1	3.5	110 - 127	118.5-119.7	
Siglo XX	122.7	6.5	108 - 141	121.9-123.4	

\* ANOVA test; † Estadísticamente significativo



**Tabla 17.** Comparativa de los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos obtenidos en las tres muestras analizadas

Ángulos	Muestras	Media	DE	Rango	IC 95%	P-valor *¶
Derechos	Calcolítica	118.8	4.0	109 - 126	117.6-119.9	<0.001 †
	Medieval	118.9	3.5	110 - 126	118.1-119.8	
	Siglo XX	122.5	6.7	108 - 139	121.4-123.6	
Izquierdos	Calcolítica	119.2	3.6	113 - 130	118.1-120.2	<0.001 †
	Medieval	119.3	3.7	110 - 127	118.4-120.2	
	Siglo XX	122.8	6.4	109 - 141	121.8-123.9	

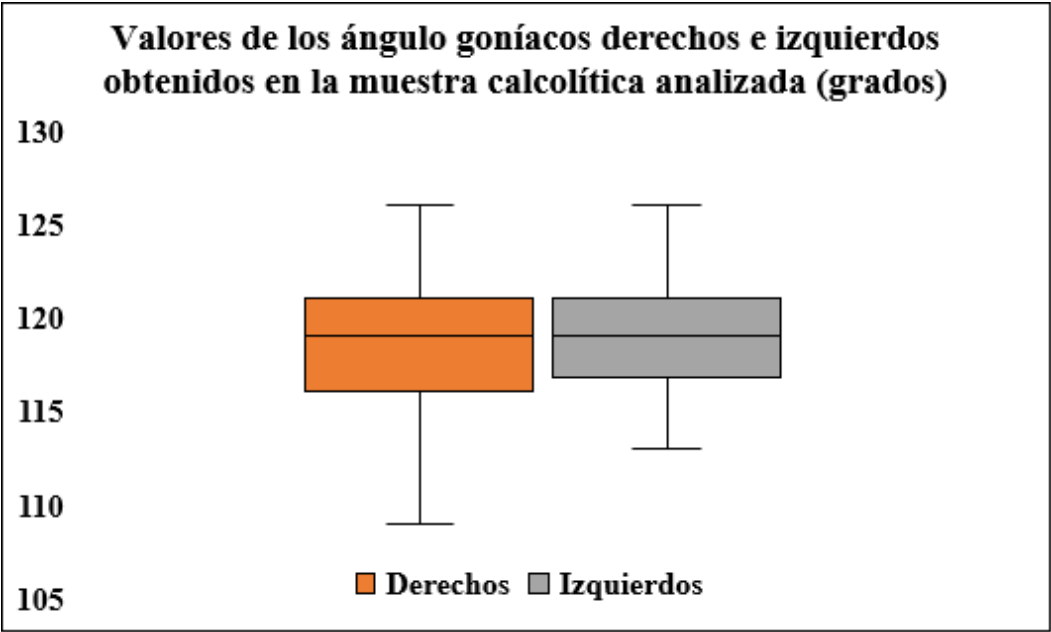
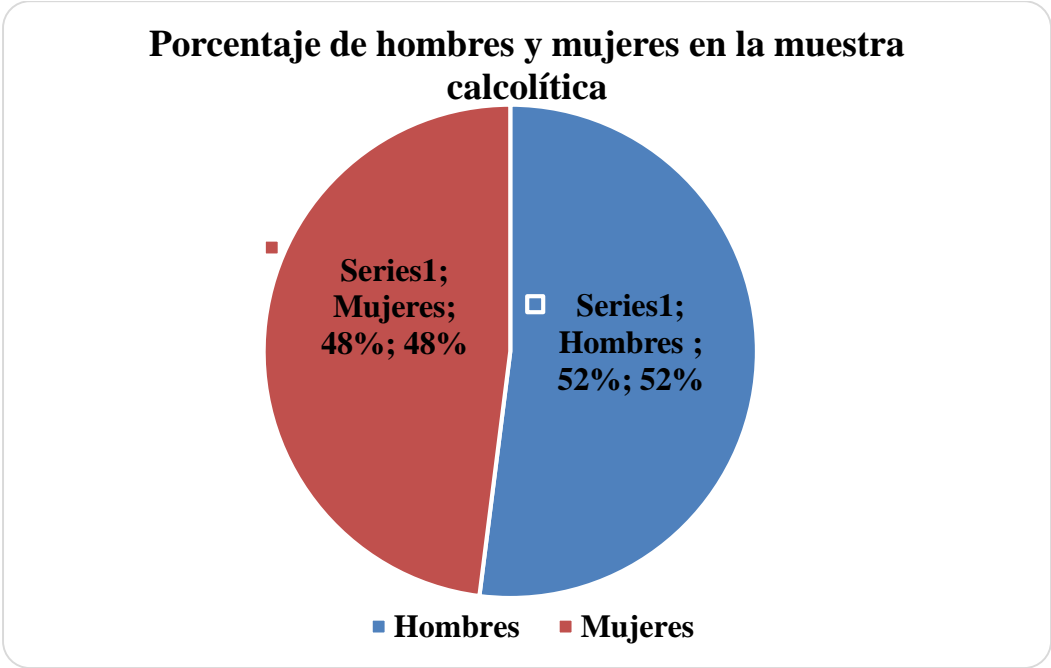
\* ANOVA test; † Estadísticamente significativo

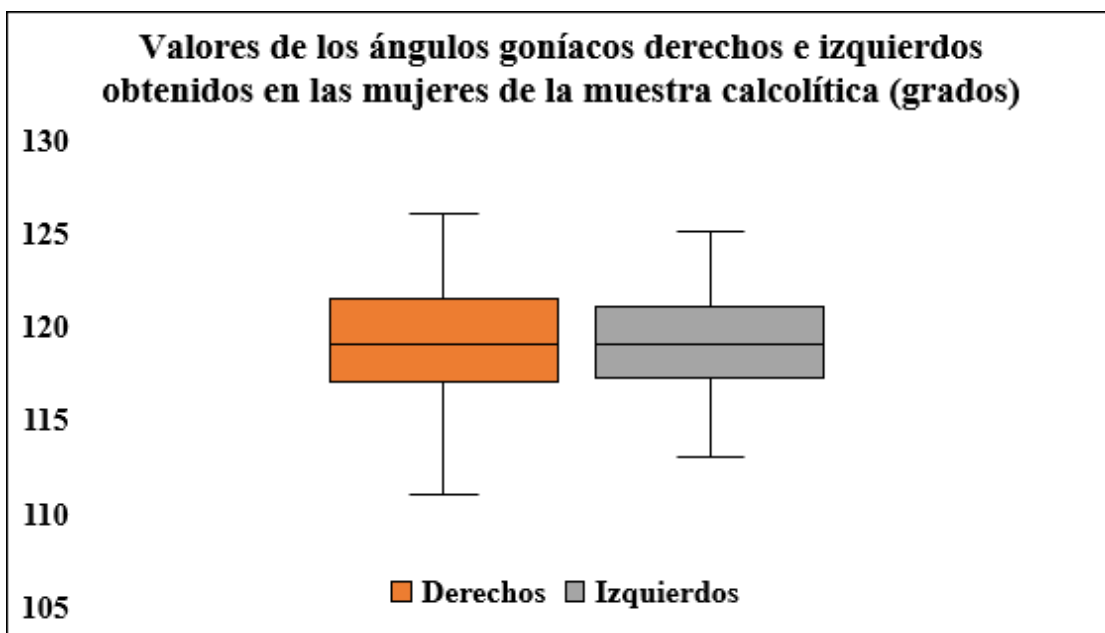
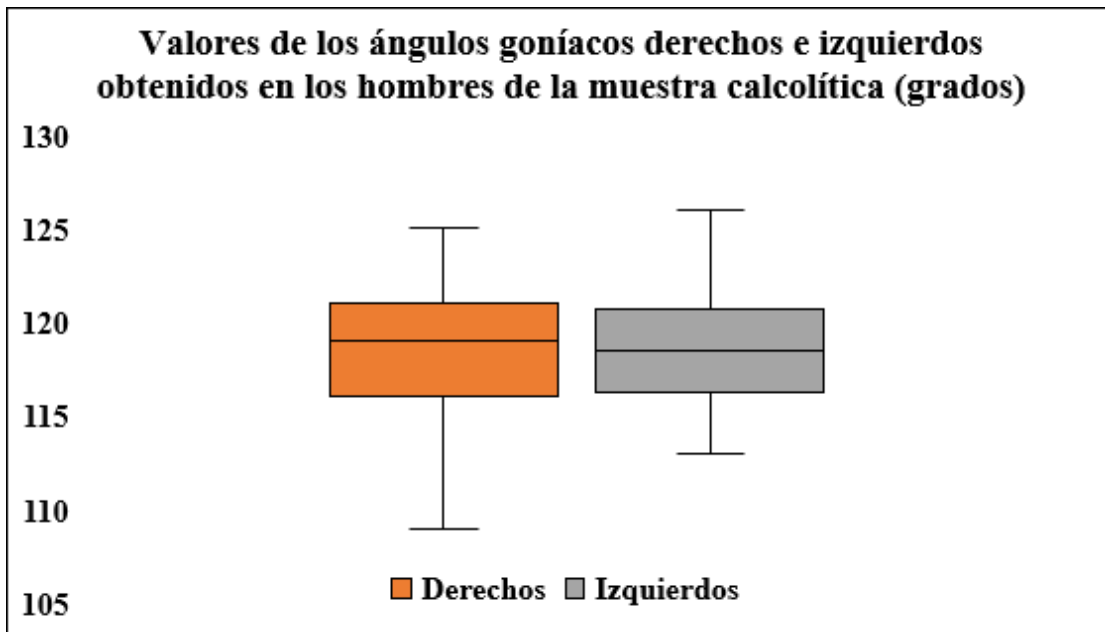
**Tabla 18.** Valores obtenidos en las muestras del siglo XX (todos los ángulos analizados)

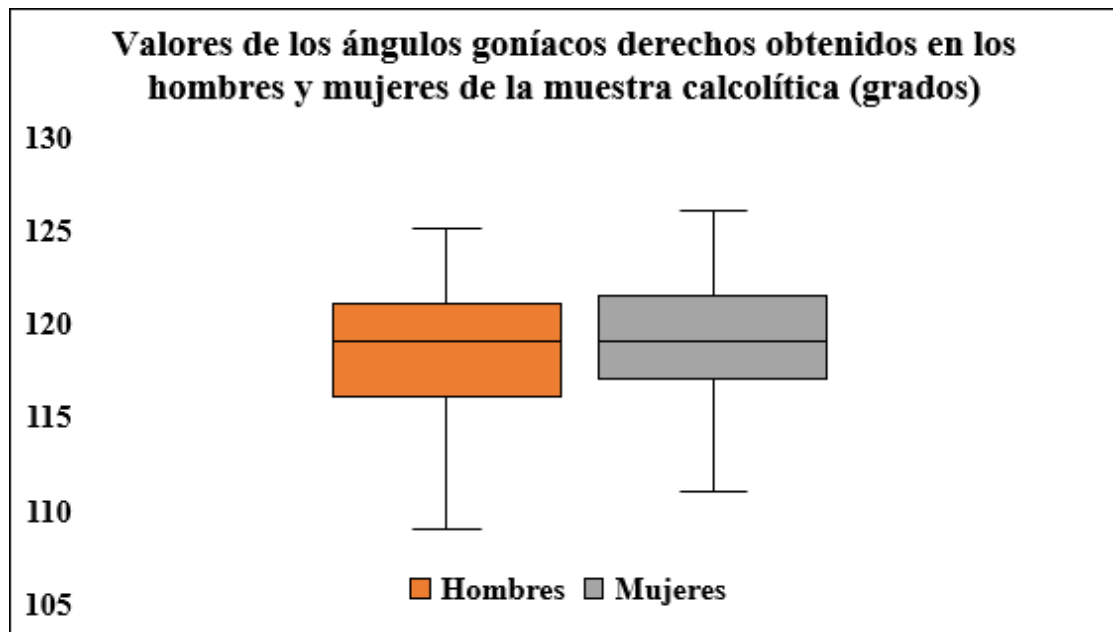
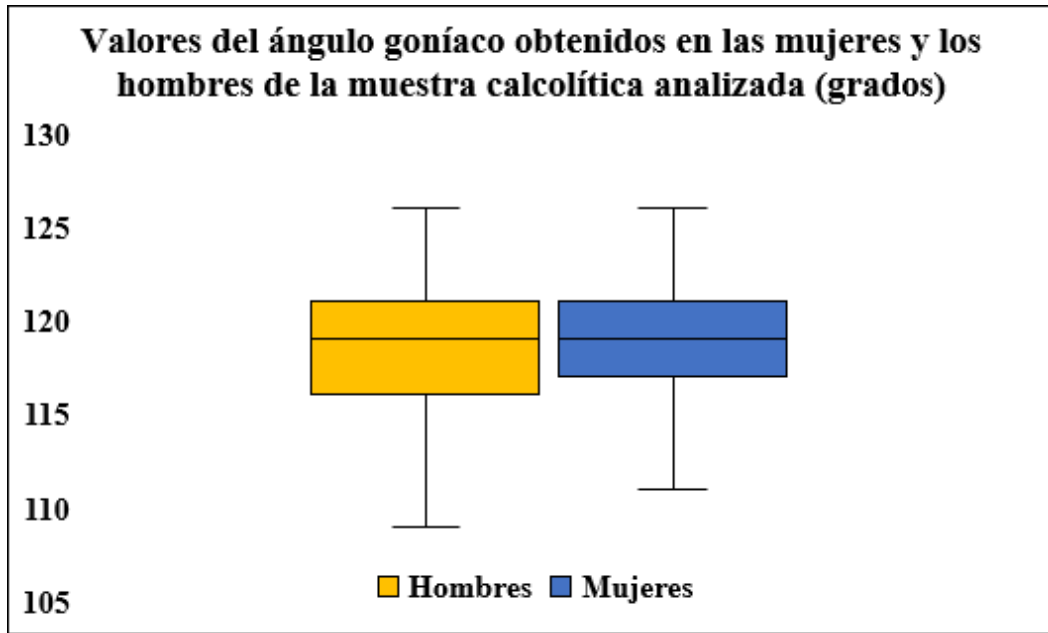
Muestra	n	Media±DE	rango	IC 95%	p-value
Mediterránea	64	123.3±3.9 *	116-133	122.3-124.7	
Sudafricana	292	122.7±6.6 *	108-140	121.9-123.4	0.353

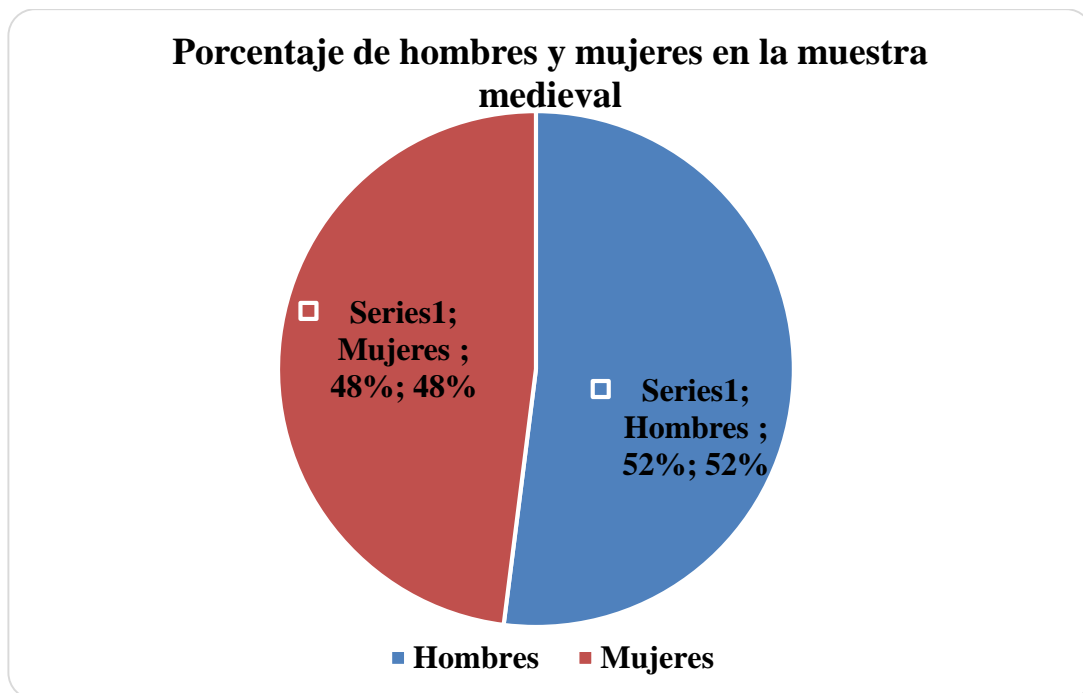
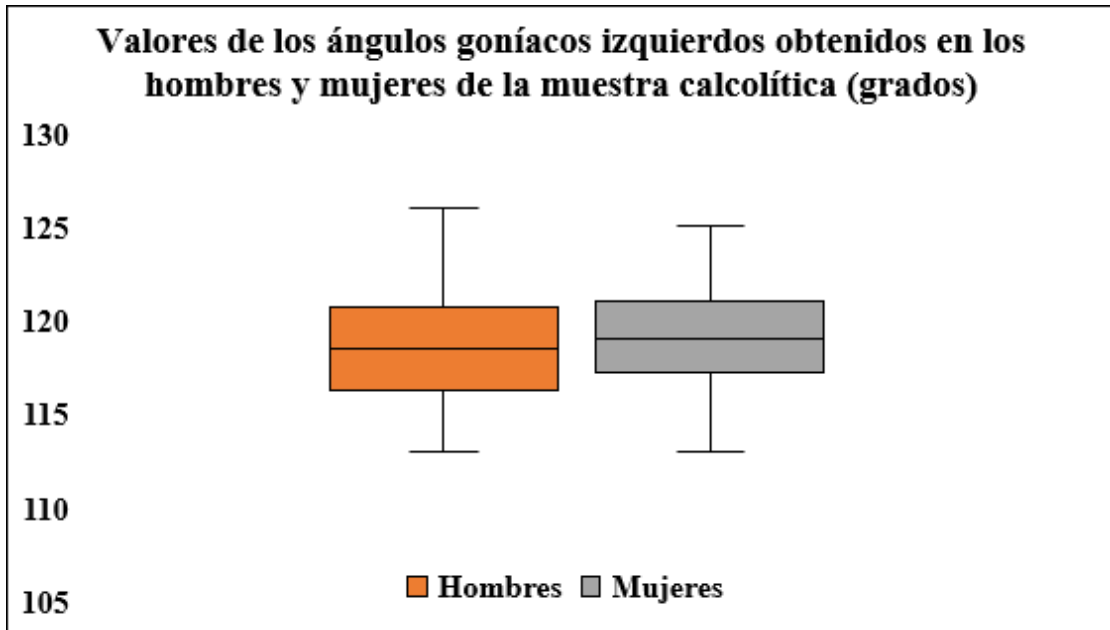


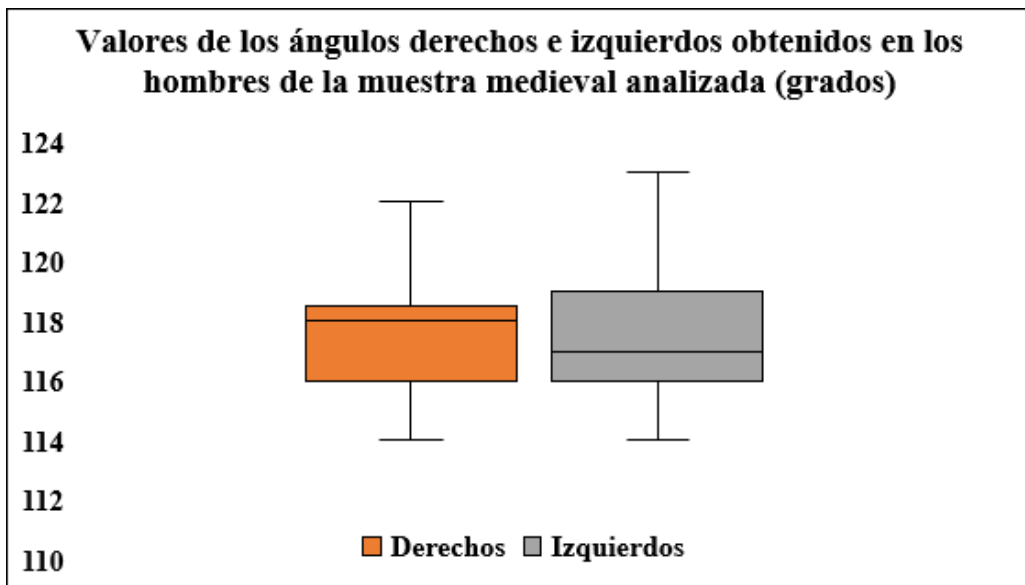
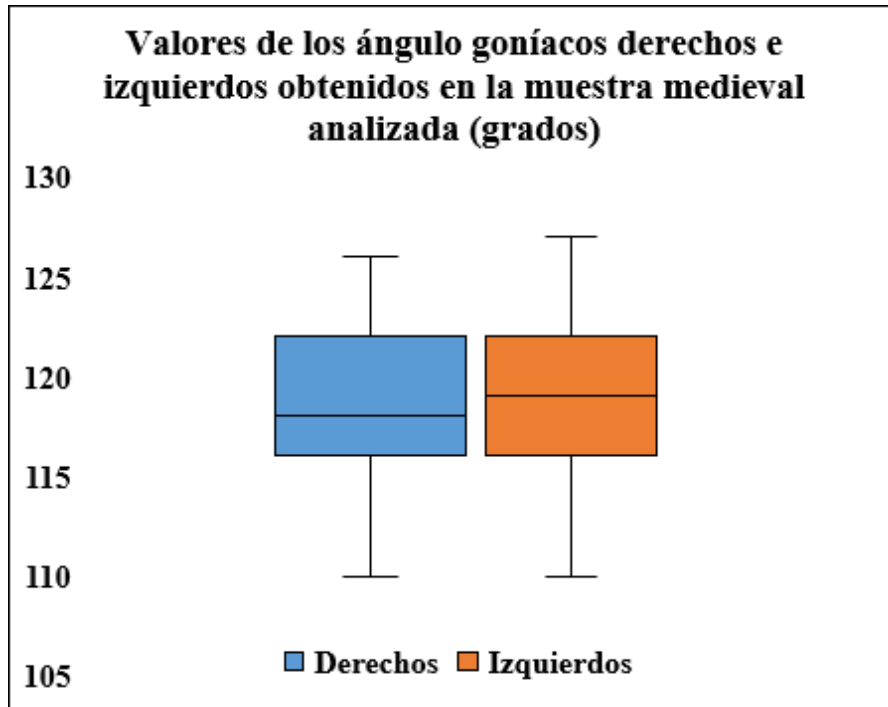
8.2.Anexo Gráficos

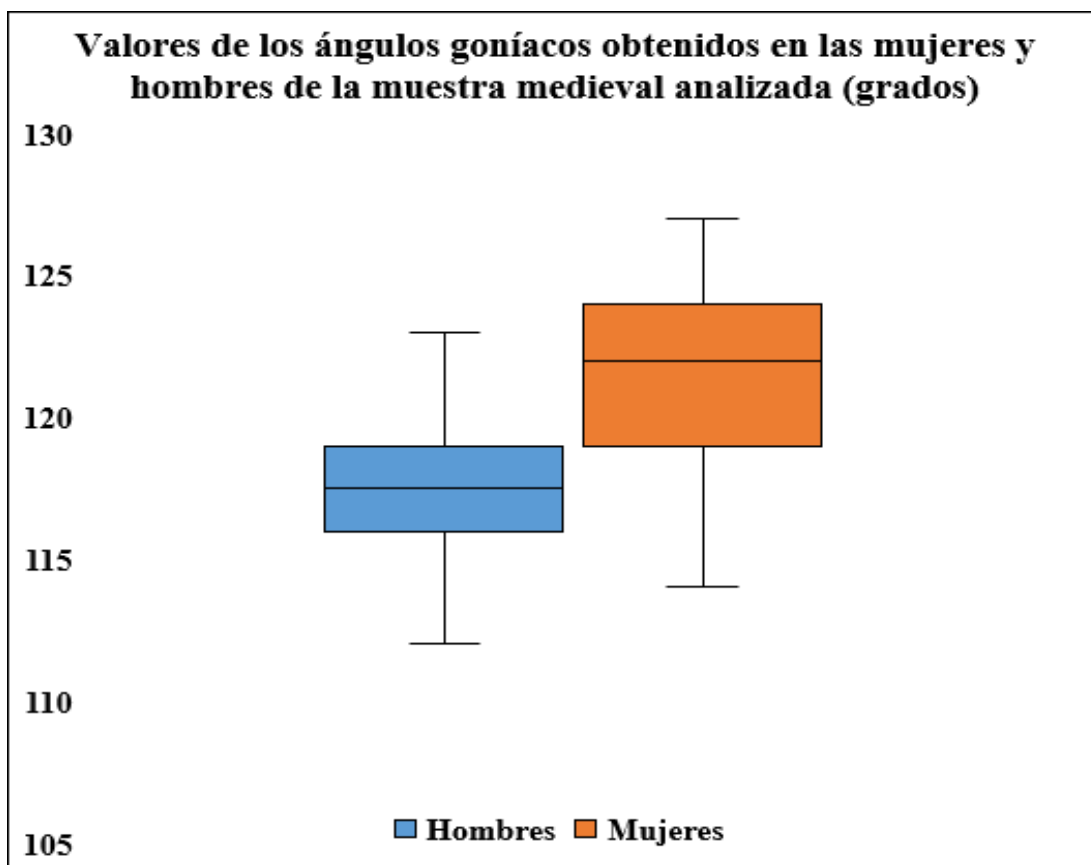
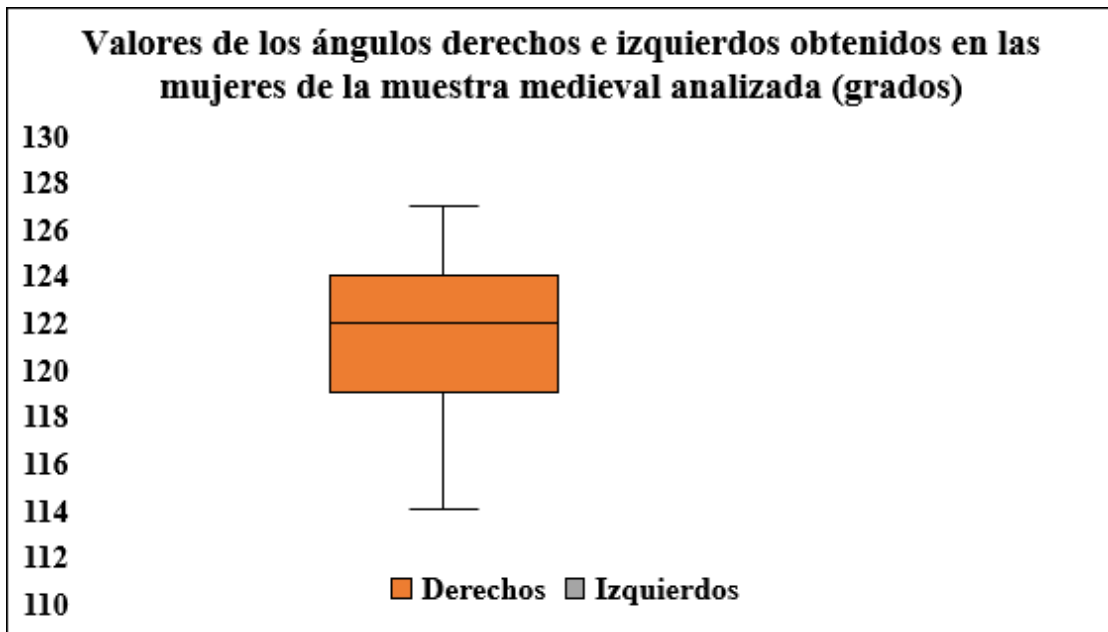




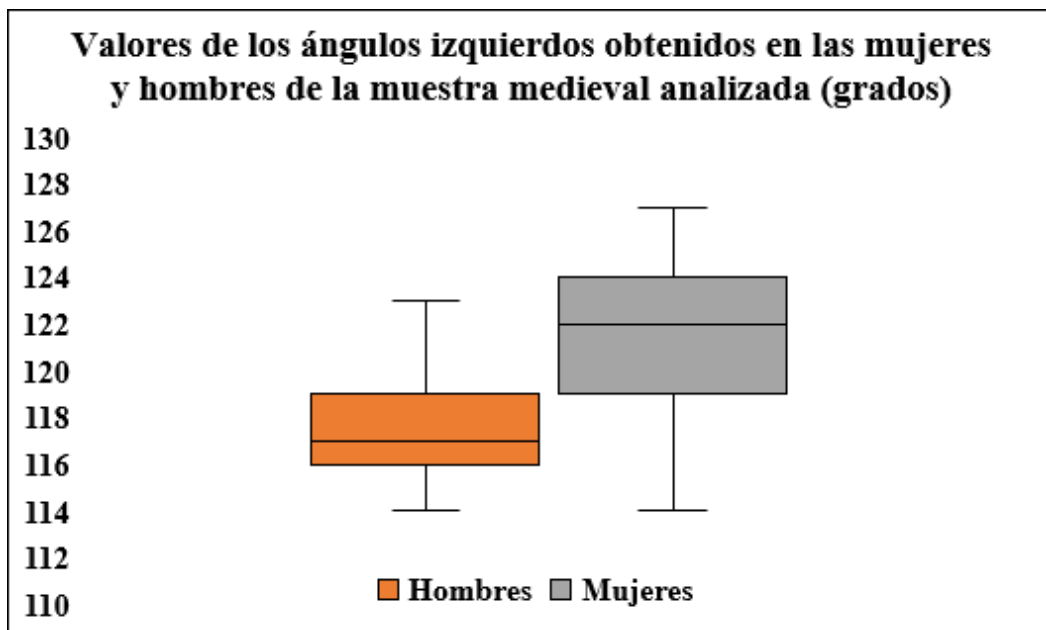
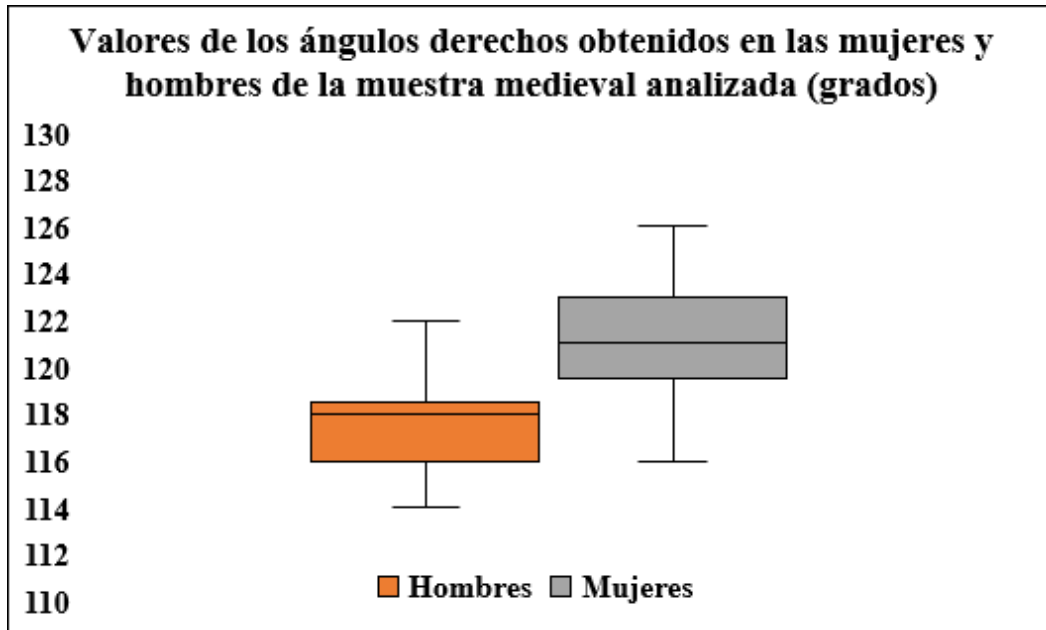




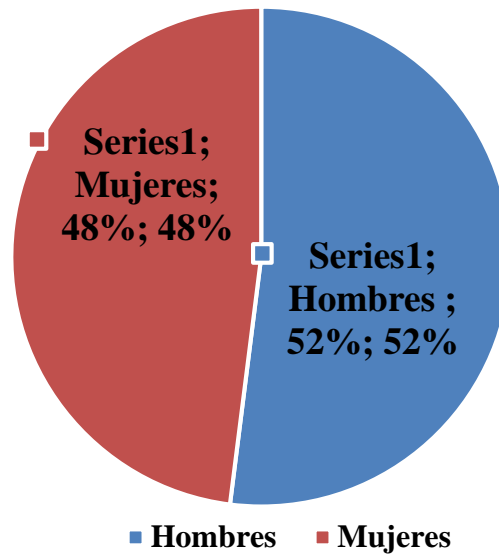




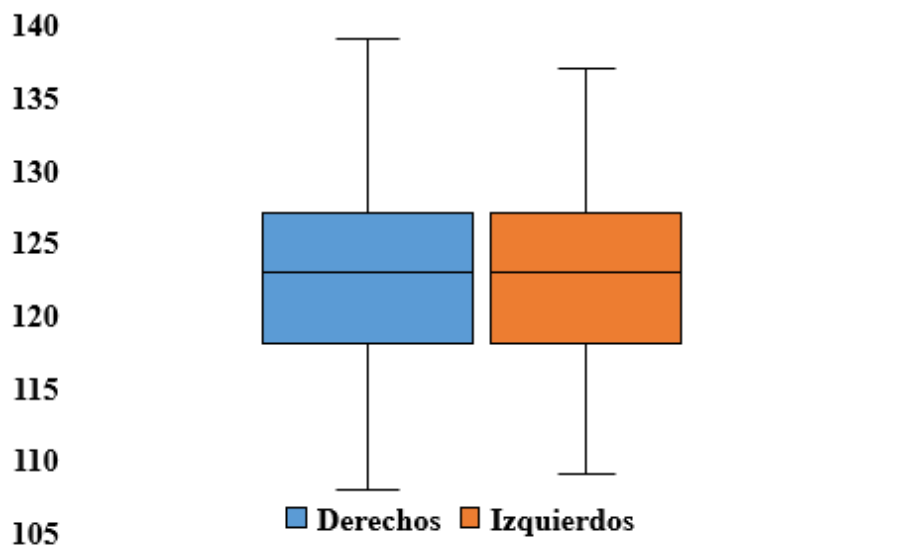


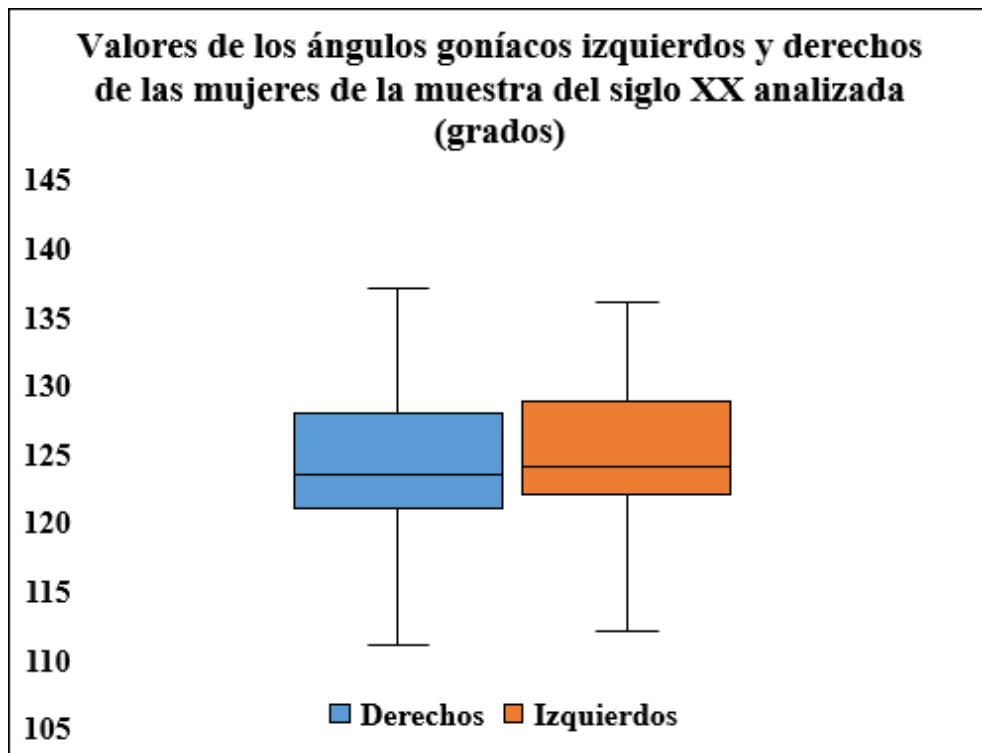
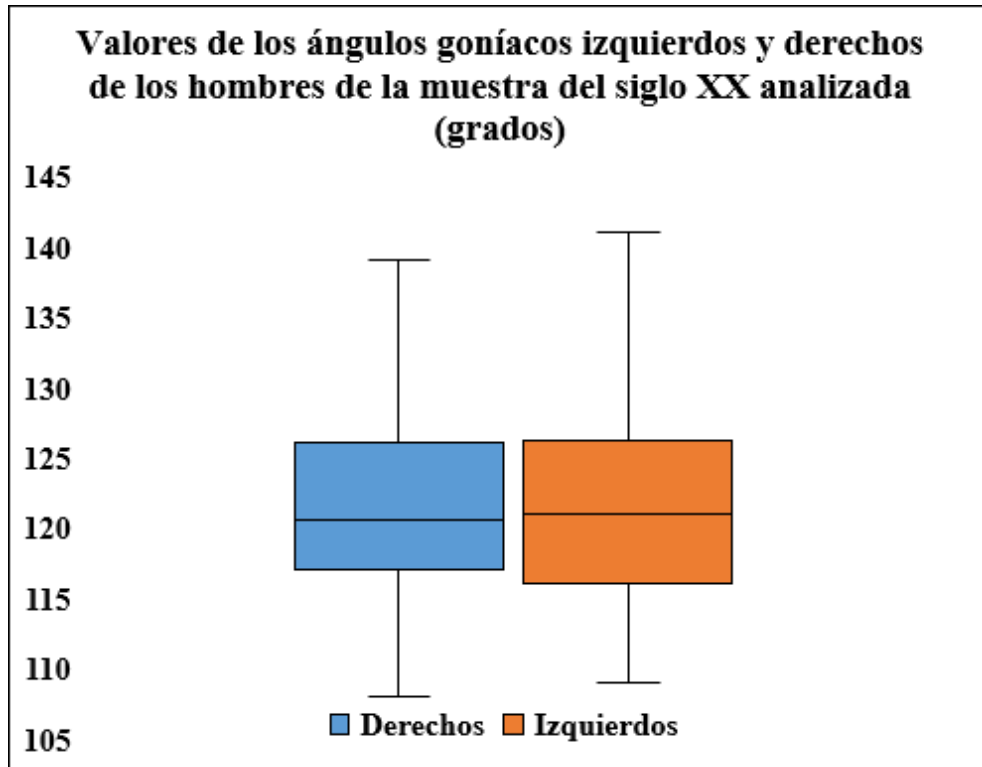


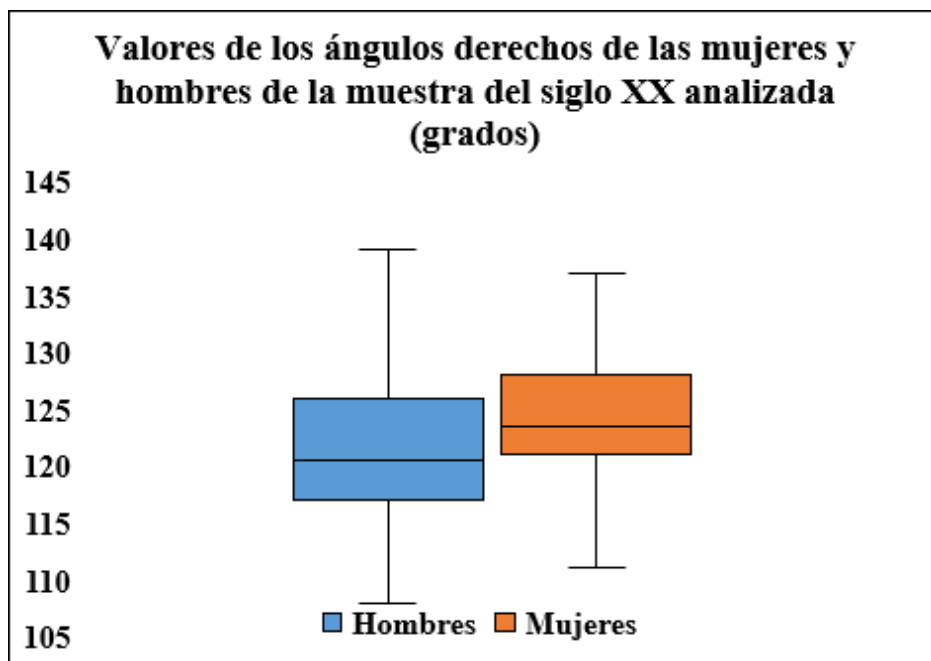
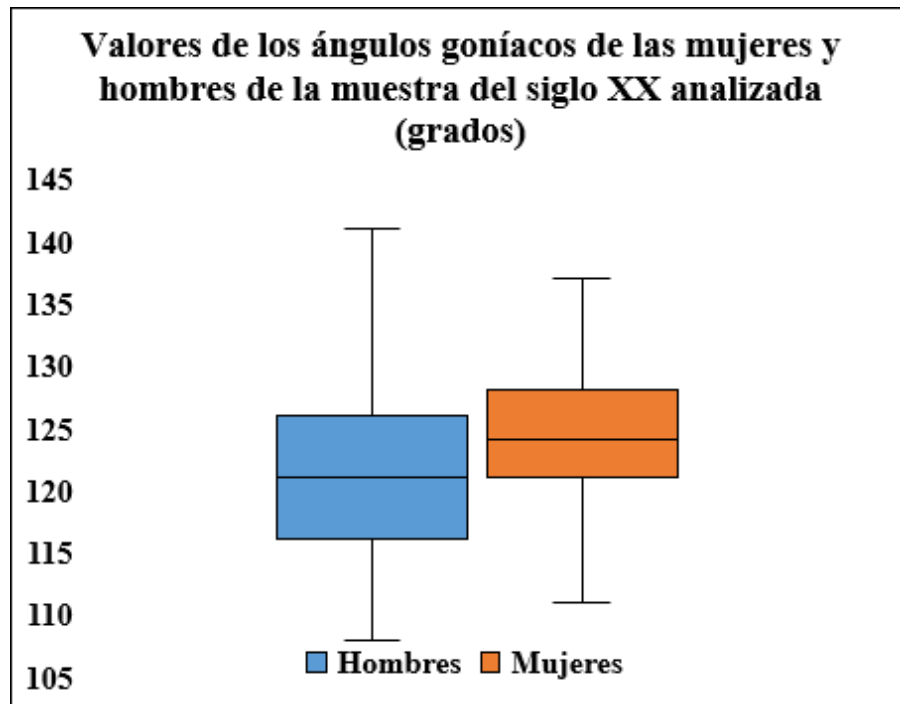
**Porcentaje de hombres y mujeres en la muestra contemporánea**

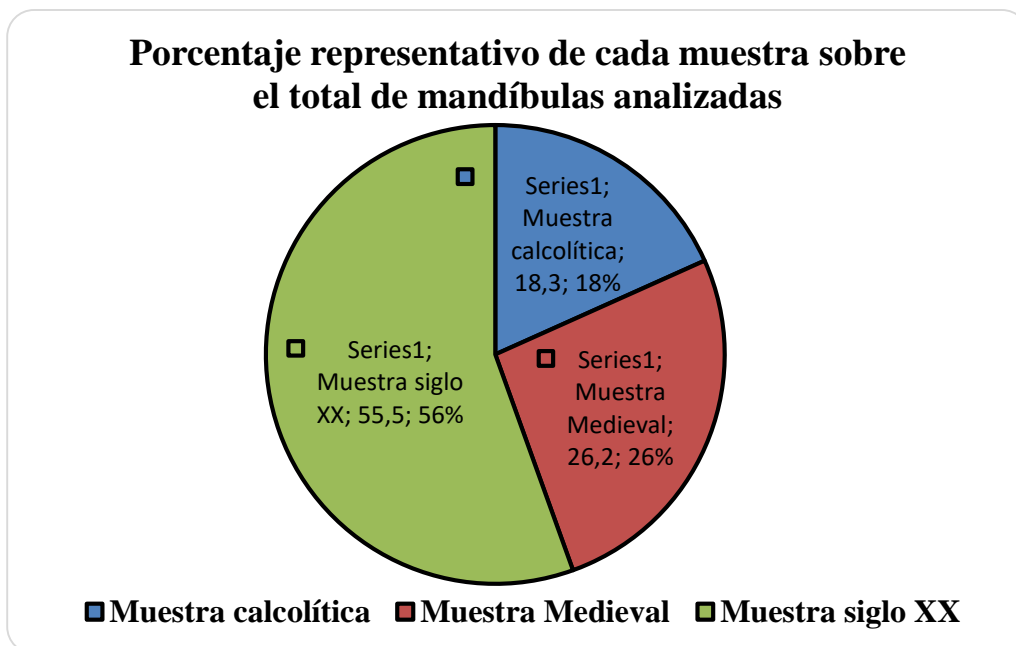
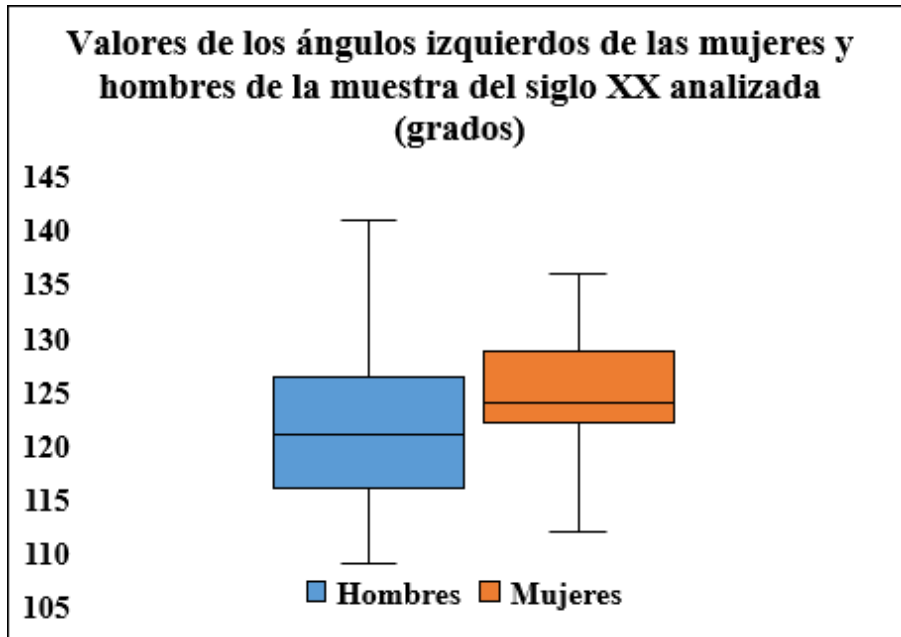


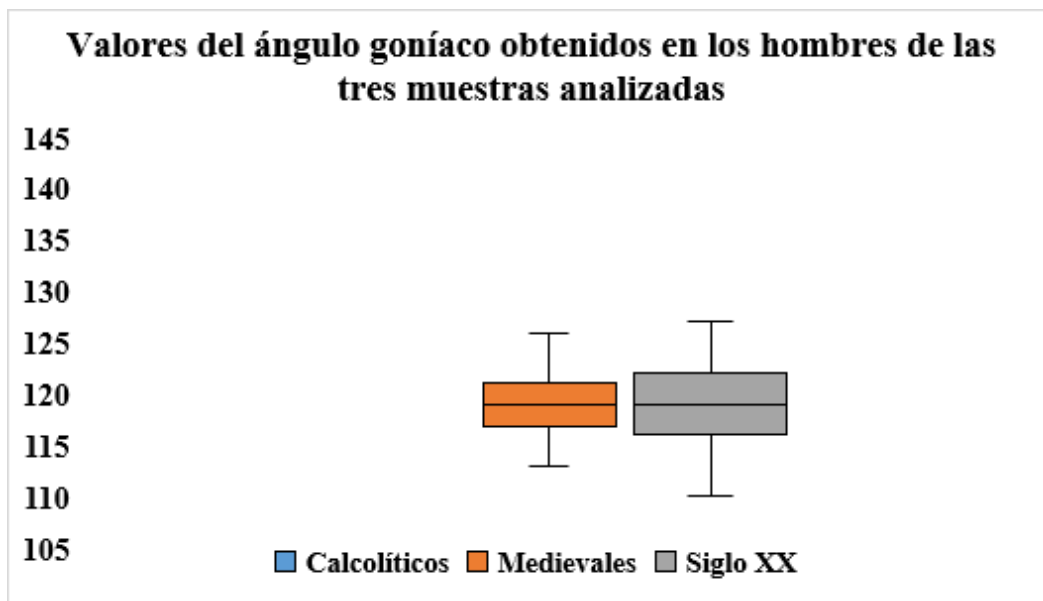
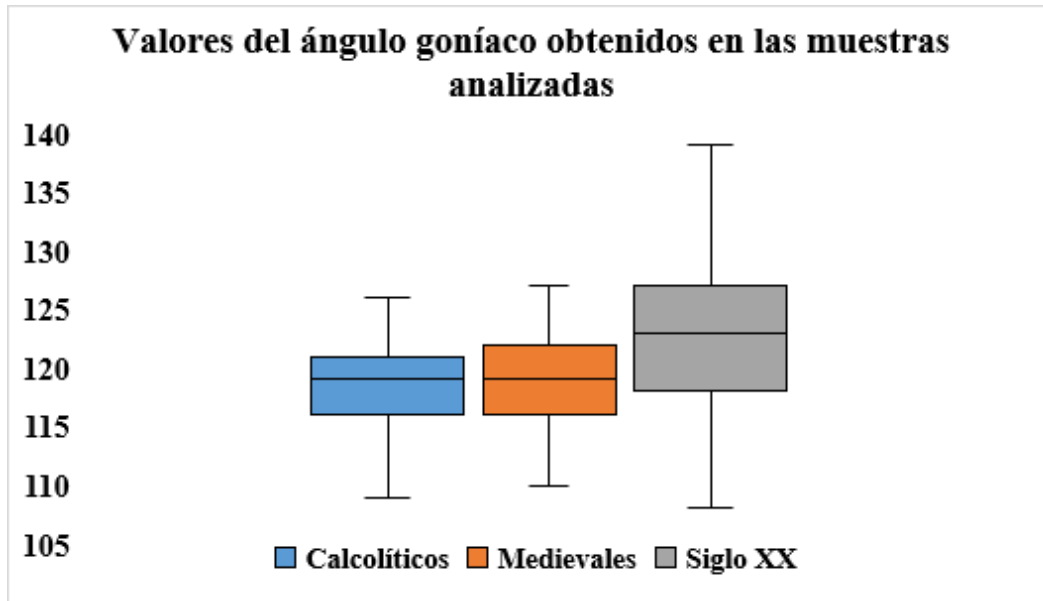
**Valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos obtenidos en la muestra del siglo XX analizada (grados)**

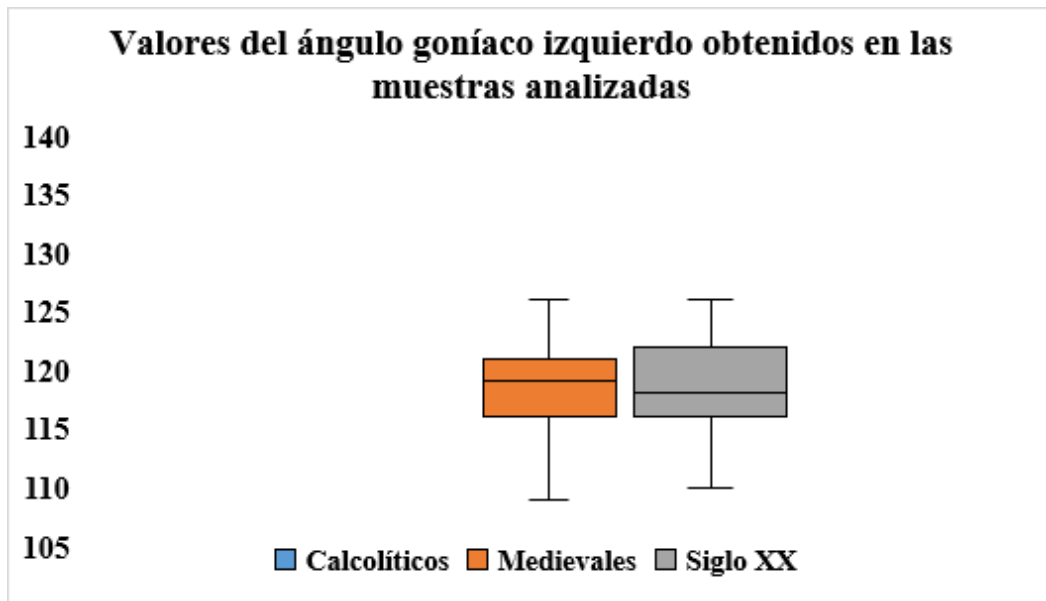
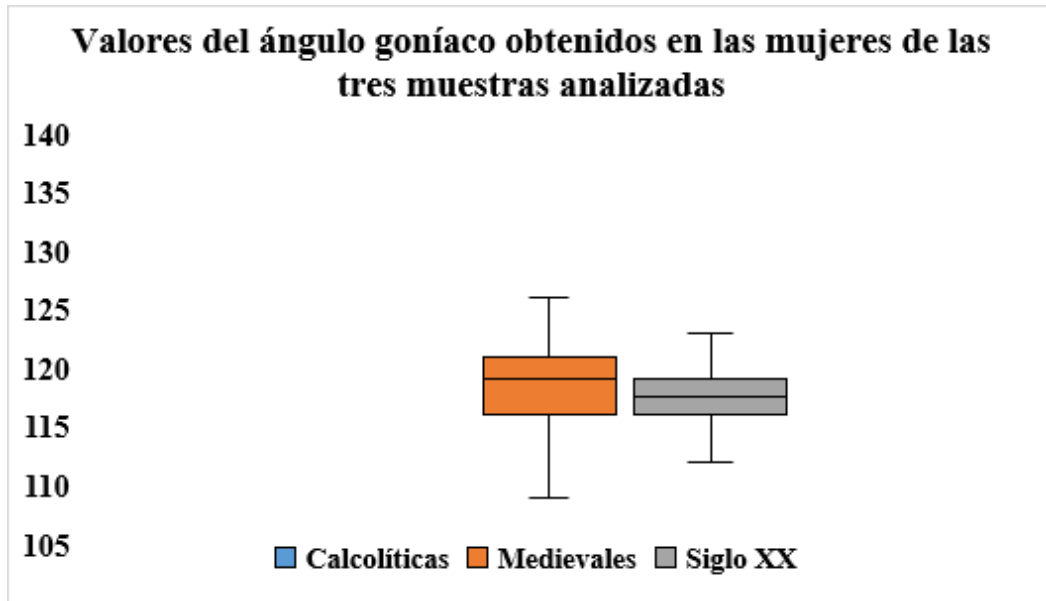


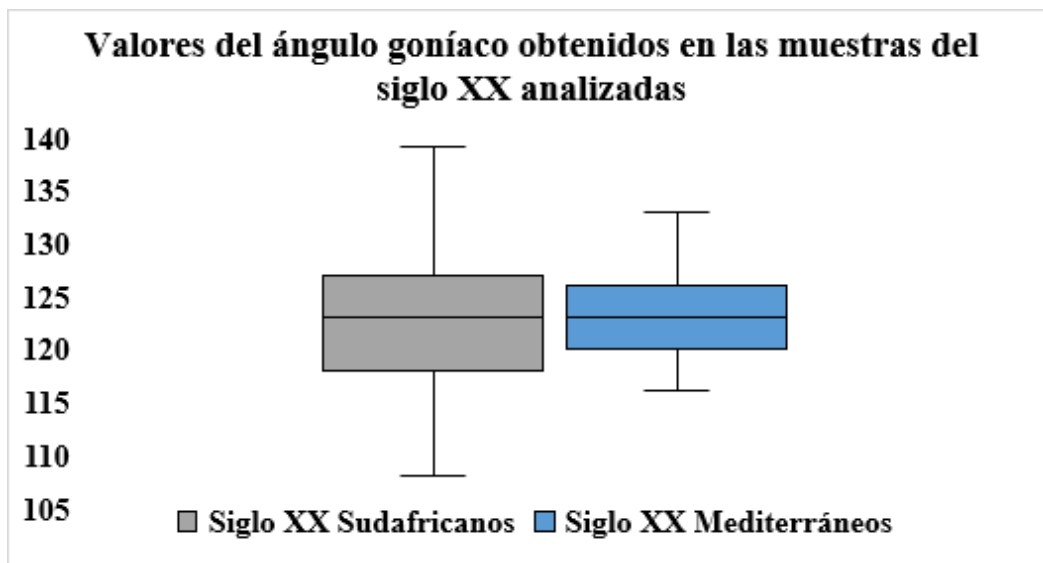
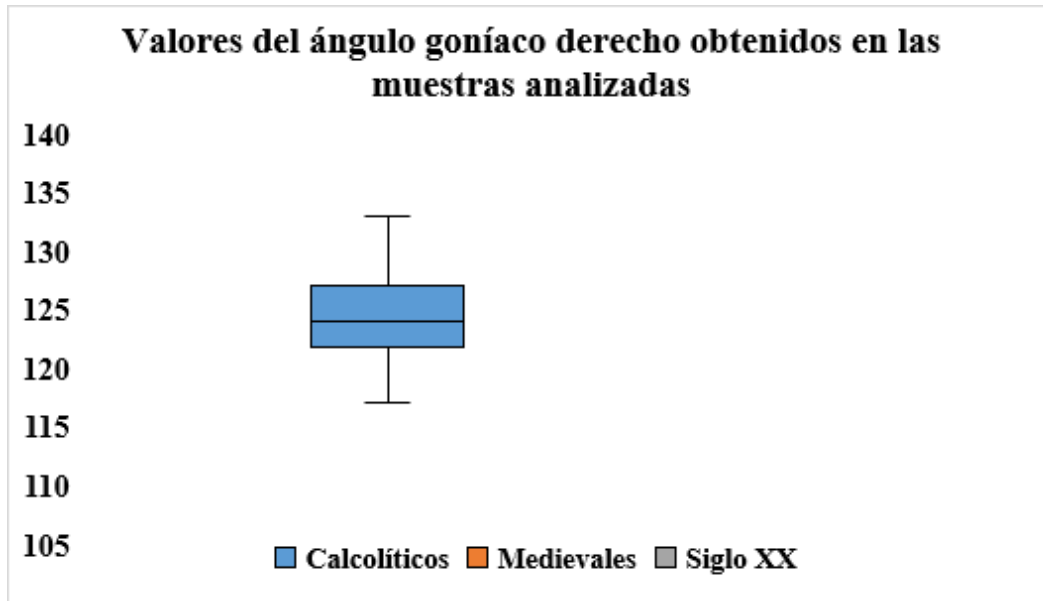




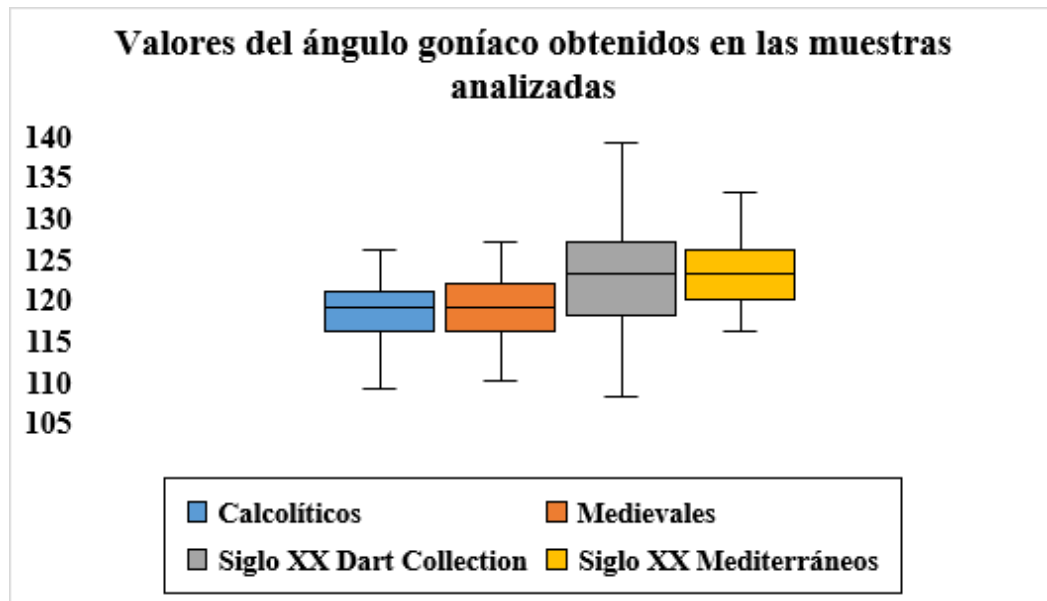














### 8.3.Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	Visión lateral de una mandíbula esquelética con la región de interés de la presente Tesis Doctoral enmarcada por el círculo de color rojo	3
<b>Figura 2</b>	Representación esquemática del ángulo goníaco (GoA). RL: línea de la rama; ML: línea mandibular; gn: gnathion	8
<b>Figura 3</b>	Imagen del sepulcro colectivo calcolítico Camino del Molino (Caravaca de la Cruz)	24
<b>Figura 4</b>	Imagen de la recuperación in situ de los restos humanos encontrados en el cementerio medieval de L'Alcudiola.	25
<b>Figura 5</b>	Vista aérea de la zona donde se localiza la necrópolis de L'Alcudiola	26
<b>Figura 6</b>	Imagen del mandibulómetro convencional utilizado en esta investigación para el análisis de las muestras esqueléticas.	28
<b>Figura 7</b>	Porcentaje de hombres y mujeres en la muestra Calcolítica	35
<b>Figura 8</b>	Valores del ángulo goníaco derechos e izquierdos obtenidos en la muestra Calcolítica analizada (grados)	36
<b>Figura 9</b>	Valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos obtenidos en los hombres de la muestra Calcolítica (grados)	39
<b>Figura 10</b>	Valores del ángulo goníaco derechos e izquierdos obtenidos en las mujeres de la muestra Calcolítica (grados)	39
<b>Figura 11</b>	Valores del ángulo goníaco derechos e izquierdos obtenidos en las mujeres y los hombres de la muestra Calcolítica analizada (grados)	40
<b>Figura 12</b>	Valores de los ángulos goníaco derechos obtenidos en los hombres y mujeres de la muestra Calcolítica (grados)	42
<b>Figura 13</b>	Valores de los ángulos goníaco izquierdos obtenidos en los hombres y mujeres de la muestra Calcolítica (grados)	42

---

<b>Figura 14</b>	Porcentaje de hombres y mujeres en la muestra medieval	43
<b>Figura 15</b>	Valores del ángulo goníaco derechos e izquierdos obtenidos en la muestra Medieval analizada (grados)	44
<b>Figura 16</b>	Valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos obtenidos en los hombres de la muestra Medieval analizada (grados)	47
<b>Figura 17</b>	Valores de los ángulos goníacos derechos e izquierdos obtenidos en las mujeres de la muestra Medieval analizada (grados)	47
<b>Figura 18</b>	Valores de los ángulos goníacos obtenidos en las mujeres y los hombres de la muestra Medieval analizada (grados)	49
<b>Figura 19</b>	Valores de los ángulos derechos obtenidos en las mujeres y hombres de la muestra Medieval analizada (grados)	50
<b>Figura 20</b>	Valores de los ángulos izquierdos obtenidos en las mujeres y hombres de la muestra Medieval analizada (grados)	50
<b>Figura 21</b>	Porcentaje de hombres y mujeres en la muestra contemporánea	51
<b>Figura 22</b>	Valores de los ángulos goníaco derechos e izquierdos obtenidos en la muestra del siglo XX analizada (grados)	52
<b>Figura 23</b>	Valores de los ángulos goníaco izquierdos y derechos de los hombres de la muestra del siglo XX analizada (grados)	55
<b>Figura 24</b>	Valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos de las mujeres de la muestra del siglo XX analizada (grados)	56
<b>Figura 25</b>	Valores de los ángulos goníacos de las mujeres y hombres de la muestra del siglo XX analizada (grados)	58
<b>Figura 26</b>	Valores de los ángulos derechos de las mujeres y hombres de la muestra del siglo XX analizada (grados)	59
<b>Figura 27</b>	Valores de los ángulos izquierdos de las mujeres y hombres de la muestra del siglo XX analizada (grados)	59

---

<b>Figura 28</b>	Porcentaje representativo de cada muestra sobre el total de mandíbulas analizadas	60
<b>Figura 30</b>	Valores del ángulo goníaco obtenidos en las muestras analizadas	62
<b>Figura 31</b>	Valores del ángulo goníaco obtenidos en los hombres de las tres muestras analizadas	62
<b>Figura 32</b>	Valores del ángulo goníaco obtenido en las mujeres de las tres muestras	63
<b>Figura 33</b>	Valores del ángulo goníaco izquierdo obtenidos en las muestras analizadas	64
<b>Figura 34</b>	Valores del ángulo goníaco derecho obtenidos en las muestras analizadas	64
<b>Figura 35</b>	Valores del ángulo goníaco obtenidos en las muestras del siglo XX analizadas	79
<b>Figura 36</b>	Localización geográfica de las muestras mediterráneas analizadas en la presente Tesis Doctoral: 20 <sup>th</sup> = muestra mediterránea del siglo XX; Md = muestra mediterránea medieval; Chl = muestra mediterránea calcolítica.	80
<b>Figura 37</b>	Valores del ángulo goníaco obtenidos en las muestras analizadas	81



## 8.4.Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Descriptiva de la edad en la Muestra Calcolítica.	36
<b>Tabla 2</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos en la Muestra Calcolítica	37
<b>Tabla 3</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres en la Muestra Calcolítica	37
<b>Tabla 4</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en los varones de la Muestra Calcolítica	38
<b>Tabla 5</b>	Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra Calcolítica analizada	41
<b>Tabla 6</b>	Descriptiva de la edad en la Muestra Medieval analizada	43
<b>Tabla 7</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos en la Muestra Medieval analizada	45
<b>Tabla 8</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres de la Muestra Medieval	45
<b>Tabla 9</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en los hombres de la Muestra Medieval	46
<b>Tabla 10</b>	Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra Medieval analizada	48
<b>Tabla 11</b>	Edad representada por sexos en la muestra del Siglo XX	51
<b>Tabla 12</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en todos los individuos analizados de la muestra del siglo XX	53
<b>Tabla 13</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en las mujeres de la muestra del siglo XX	53
<b>Tabla 14</b>	Valores del ángulo izquierdo y derecho en los varones de la muestra del siglo XX	54

<b>Tabla 15</b>	Análisis de las diferencias de los valores del ángulo izquierdo y derecho entre los hombres y las mujeres de la Muestra del siglo XX analizada	57
<b>Tabla 16</b>	Comparación de los valores de los ángulos goníacos de cada muestra.	61
<b>Tabla 17</b>	Comparativa de los valores de los ángulos goníacos izquierdos y derechos obtenidos en las tres muestras analizadas	65
<b>Tabla 18</b>	Valores obtenidos en las muestras del siglo XX (todos los ángulos analizados)	78





