

**UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE MEDICINA
LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA**



DIMORFISMO SEXUAL EN COLUMNA VERTEBRAL

**TESIS DOCTORAL
PRESENTADA POR:**

**CÉSAR SANABRIA MEDINA
ANTROPÓLOGO FORENSE MSc.**

**DIRECTOR
Dr. MIGUEL C. BOTELLA LÓPEZ, Md. Ph.D.**

**GRANADA - ESPAÑA
Septiembre de 2011**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: César Sanabria Medina
D.L.: GR 971-2012
ISBN: 978-84-694-9325-0

**Dedicada a las familias colombianas que
aún esperan el regreso de sus familiares desaparecidos.**

**Tesis presentada a la
Facultad de Medicina
de la Universidad de Granada**

**Estudio realizado en el Instituto Nacional
de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Bogotá
D.C., Colombia y Laboratorio de Antropología Física de la
Universidad de Antioquia, en Medellín, Colombia**

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
1. INTRODUCCIÓN	8
2. DIMORFISMO SEXUAL DE CADÁVERES PROCEDENTES DE CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS HISTÓRICOS Y ARQUEOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS	14
2.1 Determinación de sexo en antropología forense	15
2.2 Aspectos a tener en cuenta en la estimación del sexo a partir de estructuras óseas	16
2.3 Dificultades para estimar el sexo a partir de restos óseos	16
2.4 Una breve revisión de las investigaciones internacionales para determinar el sexo a partir de estructuras óseas	17
2.4.1 Estudios osteomorfológicos (cualitativos) en individuos adultos	17
2.4.1.1 Esqueleto craneal	20
2.4.1.2 Esqueleto facial	23
2.4.1.3 Mandíbula	23
2.4.1.4 Bóveda craneal	23
2.4.1.5 Diferencias osteomorfológicas en cintura pélvica	25
2.4.1.5.1 Cavidad pélvica	27
2.4.1.5.2 Ángulo subpúbico	27
2.4.1.5.3 Escotadura ciática	28
2.4.1.5.4 Surco preauricular	30
2.4.1.5.5 Determinación de sexo a partir de la morfología del arco ventral	30
2.4.1.5.6 Determinación de sexo a partir de la porción medial de rama	31

isquiopúbica	31
2.4.1.5.7 Determinación de sexo a partir de la morfología de agujero obturador	31
2.4.1.5.8 Cicatrices de parto	33
2.4.2 Estudios osteomorfológicos (cualitativos) en individuos subadultos	35
2.4.2.1 Determinación del sexo en fetos y recién nacidos	36
2.4.2.1.1 Morfología mandibular	39
2.4.2.1.2 Pronunciamiento del mentón	40
2.4.2.1.3 Forma del arco dental anterior	40
2.4.2.1.4 Eversión del gonion	41
2.4.2.2 Morfología del hueso coxal	41
2.4.2.2.1 Ángulo de la escotadura ciática	41
2.4.2.2.2 Profundidad de la escotadura ciática mayor	42
2.4.2.2.3 Criterio del arco	42
2.5 Determinación de sexo a partir de la aplicación de análisis de función discriminante en estructuras óseas humanas	43
2.5.1 Estudios métricos para determinación sexual a partir de cráneo	44
2.5.2 Algunas funciones discriminantes para determinar sexo a partir de medidas craneales	45
2.5.3 Determinación de sexo a partir de la aplicación de fórmulas discriminantes en clavículas	46
2.5.4 Determinación de sexo a partir de la aplicación de análisis de función discriminante en arcos costales	49
2.5.5 Marcadores métricos de dimorfismo sexual en el esternón	49
2.5.6 Estudios métricos para determinación sexual a partir de húmero	51
2.5.7 Estudios métricos para determinación sexual a partir de radio y cúbito	57

2.5.8 Dimorfismo sexual a partir de húmero, radio y cúbito	59
3 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	83
3. Justificación	84
3.1 Justificación de impacto social	84
3.2 Justificación de impacto científico	85
3.3 Objetivos	86
4. REVISIÓN ANATÓMICA	87
4. Anatomía de columna vertebral	88
4.1 Columna cervical	89
4.2 Columna dorsal	90
4.3 Columna lumbar	91
4.5 Sacro	91
4.5 Curvaturas sagitales	91
4.6 Caracteres comunes a todas las vértebras	92
4.7 Atlas o primera vértebra cervical	93
4.8 Segunda vértebra cervical	93
4.9 Séptima vértebra cervical	95
4.10 Décimo segunda vértebra dorsal	96
4.11 Quinta vértebra lumbar	97
5. MATERIALES Y MÉTODOS	99
5. Materiales y métodos	100
5.1 Criterios de selección de la muestra	101
5.2 Cadáveres de los que procede la muestra	101
5.3 Filiación ancestral	104
5.4 Proceso de toma, preparación y medición de la muestra	104

5.4.1 Toma de la muestra	104
5.4.2 Preparación de la muestra (limpieza, rotulado y embalaje)	105
5.4.3 Técnica de medición	105
5.4.4 Instrumental de medición	105
5.4.5 Medición de la muestra y análisis estadístico	106
5.4.6 Descripción y datos numéricos de las dimensiones examinadas o puntos de medición	106
5.4.6.1 Gráficos de dimensiones examinadas en C1	107
5.4.6.2 Gráficos de dimensiones examinadas en C2	109
5.4.6.3 Gráficos de dimensiones examinadas en C7	112
5.4.6.4 Gráficos de dimensiones examinadas en T12	115
5.4.6.5 Gráficos de dimensiones examinadas en L5	117
6. RESULTADOS	120
6. Resultados	121
6.1 Análisis estadístico de primera vértebra cervical C1	122
6.2 Análisis estadístico de segunda vértebra cervical C2	126
6.3 Análisis estadístico de séptima vértebra cervical C7	130
6.4 Análisis estadístico de décima segunda vértebra torácica T12	136
6.5 Análisis estadístico de quinta vértebra lumbar L5	142
7. DISCUSIÓN	146
7. Discusión	147
8. CONCLUSIONES	153
8. Conclusiones	154
9. BIBLIOGRAFÍA	156
ANEXO N° 1	173

AGRADECIMIENTOS

Dado que considero la presente investigación como la culminación de mis estudios superiores de posgrado, debo mis más sinceros agradecimientos a todos aquellos maestros que tuvieron que ver en mi formación académica, tanto desde el pregrado en antropología, como en las especializaciones en Investigación Criminal y Antropología Forense, así mismo a mis profesores del Magíster en Antropología Física y Forense y, por supuesto a los profesores del doctorado en Antropología Física y Forense; fui muy afortunado por haber podido asistir a sus clases, cursos y conferencias y por haber tenido acceso a la literatura científica forense que han venido produciendo desde hace más de veinte años; ellos y su obra despertaron mi interés por el área forense y la sana pretensión de emularlos en su constante tarea de hacerle bien a la humanidad desde la medicina forense y la antropología forense, estos maestros son:

Al doctor José Vicente Rodríguez, profesor titular del departamento de antropología de la Universidad Nacional de Colombia, sin duda fue él quien hizo que la antropología física y forense se volvieran el norte de mi vida científica, académica y laboral; a las doctoras Maryluz Morales y Gloria Jiménez; patólogas forenses del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en Bogotá, Colombia; recientemente jubiladas de dicha institución, a quienes considero mis primeras profesoras en la práctica forense y a quienes recuerdo mucho por la destreza técnica, enseñanza científica y académica que me brindaron durante mi participación “inaugural” o por primera vez, en la atención de un desastre aéreo masivo en la ciudad de Bogotá (Tragedia Aérea del Cerro del Cable, 1998).

Al doctor Gonzalo Correal Urrego, antropólogo físico, profesor emérito de la Universidad Nacional de Colombia, pionero de la antropología física en Colombia; quien tuvo la

amabilidad de revisar los borradores de mi primer texto publicado; al doctor Pedro Emilio Morales, patólogo forense, actual Subdirector de Servicios Forenses del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia, experimentado forense, profesor, compañero y amigo; sin duda alguna, es el patólogo más antiguo y experto con que cuenta el Instituto de Medicina Legal en Colombia, es todo un “Forensic Lord”, de quien siempre aprendo algo en cada conversación; al doctor Nelson Téllez, patólogo forense del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en Bogotá, Colombia, otro de los “pesos pesados” en patología forense; me he identificado siempre con él, porque es como decimos en Colombia “al pan, pan y al vino, vino”.

Al doctor Miguel Botella, médico forense y antropólogo forense, director del laboratorio de Antropología Física y Forense de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada; dada su fama internacional y manejo de incontables e importantes casos forenses e históricos, sobrarían los adjetivos para resaltar su sapiencia; al doctor Francisco Etxeberria Gabilondo, médico y antropólogo forense, profesor titular de la Facultad de Medicina del País Vasco, un Maestro que constituye el ejemplo a seguir en nuestra disciplina, desde los inicios de mi carrera en la universidad, tuve la oportunidad de participar en varias de sus conferencias, fue otra de las personas que sembró en mí la semilla del encanto por la antropología forense.

A los doctores Luis Fondebrider, Darío Olmo, Mercedes Doretti, Mercedes Salado y Silvana Turner, antropólogos forenses pioneros en Latinoamérica, miembros del Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF); grupo científico que se ha hecho a pulso y a quienes se les ha ido la vida sirviendo al mundo entero, atendiendo misiones forenses para rescatar e identificar cuerpos procedentes de contextos violentos de diversa índole.

A la doctora Eugenia Cunha, antropóloga física y forense, profesora de la Universidad de Coimbra, Portugal, a quien considero una de las “damas de antropología forense”, quien se ha destacado por sus incontables investigaciones y publicaciones enmarcadas en nuestra disciplina; al doctor José Luis Prieto, médico y antropólogo forense del Instituto Anatómico Forense de Madrid, España, otro gran experto forense y buen amigo, quien se ha destacado por su labor académica, tanto al nivel nacional español, como internacional; al doctor Morris Tidball Binz, médico forense, miembro del Comité Internacional de La Cruz Roja (CICR), fundador del Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) y vocero académico de la implementación de la calidad en las Ciencias Forenses; al doctor Douglas Ubelaker, antropólogo forense del Instituto Smithsonian en Washington D.C., quien con sus múltiples investigaciones ha sido un ejemplo para todos los que formamos parte de las recientes generaciones de antropólogos forenses en el mundo, es un experto personaje a quien pocos autores de antropología forense dejan de citar en sus escritos.

Al doctor José Pablo Baraybar, antropólogo forense, miembro del Equipo Peruano de Antropología Forense (EPAF), otro de los pioneros contemporáneos de la antropología forense y reconocido vocero que ha clamado por el respeto al D.H y D.I.H.; al doctor Steven Symes, antropólogo forense, de Mercyhursts College en Erie, Pennsylvania, EEUU., de quien continuamos aprendiendo de sus innovaciones sobre la interpretación del trauma óseo, imposible olvidar sus mordaces y jocosos apuntes en cada conferencia; a la doctora Karen Ramey Burns, antropóloga forense norteamericana de gran experiencia, con quien hemos tenido la oportunidad de compartir espacios de discusión académica e intercambio de ideas de nuestra disciplina.

Finalmente, solo me resta decir que gracias a la participación de las siguientes personas y entidades, fue posible adelantar la presente investigación, a todos ellos manifiesto mis más sinceros agradecimientos.

A la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada y a su laboratorio de Antropología Forense por su cálida acogida durante mi participación en las fases académicas del Master y Doctorado en Antropología Física y Forense.

Agradezco inmensamente al Doctor Miguel Cecilio Botella, médico y antropólogo forense de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada, gestor y Director del doctorado en Antropología Física y Forense de la misma Universidad, quien más que director de esta investigación, cumplió con el rol de Maestro con sus oportunas sugerencias en los diferentes procesos que fueron necesarios para su desarrollo; a los profesores Carmen García, Sylvia Alejandra Jiménez, Inmaculada Aguilera y Milton Núñez, por compartir sus conocimientos y amplia experiencia en los diferentes cursos del Master y el Doctorado.

A las directivas del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses en Colombia: doctor Carlos Eduardo Valdes Moreno, Director General; doctor Pedro Emilio Morales, Subdirector de Servicios forenses, doctora Aída Constantin, Subdirectora de Investigación Científica; doctora Patricia Gaviria, Jefe División Investigación Científica; ellos han apoyado de diversas y oportunas formas la presente investigación y el proyecto de implementación de la Colección Ósea Humana de Referencia de Población Colombiana que tengo la oportunidad de liderar; hago mención a la Colección Ósea por dos razones en particular, primero, porque de ella se obtuvo buena parte de la muestra examinada durante la presente investigación, y segundo, porque en palabras de

expertos nacionales e internacionales que la conocen, se está perfilando como una de las mejores colecciones óseas humanas a nivel mundial, de manera particular, porque ésta posee una base de datos que contiene prácticamente el 100% de la información antemortem de cada individuo que la compone [fotografías del rostro de cada espécimen, documento oficial de identidad con datos biográficos, historia clínica en los casos de las personas que fallecieron en hospitales, protocolo de necropsia en los casos de muertes violentas, entre otros].

A Ángel María Medina, Adriana Mendoza, Isla Yolima Campos, Edna Buitrago, Clara Valderrama, María Ángela Salgado, Diana Marcela Díaz, Edgar Bernal, Oscar Quimbay, Edwin Cardona y Jhon Devia, colegas y compañeros del trabajo cotidiano en el laboratorio de Antropología Forense del Instituto de Medicina Legal en Bogotá D.C., ellos apoyaron de diversas formas el proceso de recolección de la muestra en la primera temporada.

Expreso un especial agradecimiento a los doctores Laura Polo, Juan Manuel Guerrero, Carlos Villalobos, Emanuel Rodríguez, María Isabel Cardona, al joven asistente forense Carlos Agudelo y a los estudiantes del pregrado de Antropología de la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de los Andes, quienes participaron en las diferentes temporadas de recolección y preparación de los cadáveres de la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana; que como se mencionó en párrafos anteriores, procede buena parte de la muestra examinada.

A la doctora Timisay González, Coordinadora del Laboratorio de Antropología Física de la Universidad de Antioquia en la ciudad de Medellín, Antioquia; ella apoyó nuestra petición de examinar la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana,

perteneciente al Departamento de Antropología de dicha Universidad; a la doctora Gretel González y a su esposo, el doctor Juan Ramón Fernández Cardenete, quienes facilitaron los procesos -académicos y sociales- que experimenté como estudiante en el extranjero, tanto antes de desplazarme a España, como durante mis diferentes estancias en esa maravillosa y cálida ciudad que es Granada; a la doctora Elizabeth Di Gangi, antropóloga forense norteamericana, consultora de ICITAP en Colombia, quien ha procurado participar en el entrenamiento y actualización de los antropólogos forenses del Instituto Nacional de Medicina Legal en Colombia y del Cuerpo Técnico de Investigaciones (CTI); así mismo, siempre nos ha aportado ideas cuando han surgido dificultades en la implementación de la Colección Ósea de Población Colombiana.

A la doctora Laura de los Ángeles Hernández Rodríguez, quien brindó permanente apoyo a las diferentes fases de la presente investigación; realizando desplazamientos a otras ciudades y pasando por todos los avatares técnicos que exigió nuestro estudio, ojalá permanezcas en mi vida por siempre; no puedo dejar de mencionar a María T., quien tuvo mucho que ver con los avances de este proyecto; pues en mil momentos en que mi ánimo decayó por situaciones que afectan esa curiosa simbiosis - corazón/academia-, siempre estuvo ahí, dándome ánimos y sabios consejos -gajes del mitocondrial-; a mi querida hermana Lilian, “la querida tía Lilian” de Gabriela y Antonia, quien sin darse cuenta, se convirtió en el amable reflejo que dejó Alejandrina desde su partida; finalmente, a la tácita y paciente comprensión de mis adoradas Gabriela y Antonia, a quienes debo mil ausencias obligadas.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente investigación fue valorar estadísticamente una muestra de vértebras cervicales, dorsales y lumbares procedentes de cadáveres masculinos y femeninos de población colombiana, identificados fehacientemente, con el fin de generar herramientas que permitan establecer el sexo de cadáveres complejos¹ a partir de la evaluación cuantitativa de dichas estructuras vertebrales; contribuyendo así al proceso de identificación de los cadáveres NN que son recuperados cotidianamente por las autoridades de nuestro país.

Esta investigación genera el primer estudio internacional para establecer el sexo de un cadáver a partir de quinta vértebra lumbar (en adelante L5), y perfecciona las ya existentes a nivel internacional con primera vértebra cervical (en adelante C1), segunda vértebra cervical (en adelante C2), séptima vértebra cervical (e adelante C7) y décimo segunda vértebra dorsal (en adelante T12).

Para que los lectores no antropólogos físicos, ni forenses del presente documento comprendan los objetivos y la utilidad de ésta investigación, consideramos de importancia abordar de forma abreviada el proceso que se adelanta para identificar técnicamente un cadáver y el impacto social que ello implica.

¹ Cadáveres en avanzada putrefacción, momificación, carbonización, incineración, desmembración o esqueletización. El término “complejo” no pretende restar importancia a la complejidad propia de un cadáver reciente o fresco, solamente muestra el grado de dificultad que puede presentar un cadáver que generalmente no conserva su integridad en igual estado que los de un cadáver reciente, lo que indudablemente dificulta más su examen.

El proceso de identificación del cadáver durante la necropsia médico-legal, requiere la conformación de un equipo multidisciplinario integrado por médico o patólogo, odontólogo y antropólogo forense, entre otros; quienes desde su conocimiento aplican diversas técnicas para responder cuatro interrogantes iniciales que se generan ante el hallazgo de una persona que presuntamente falleció de manera violenta²: (1) causa de muerte, (2) manera de muerte, (3) mecanismo de muerte y (4) a que identidad corresponde el cuerpo.

En el proceso de identificación intervienen diferentes disciplinas, entre ellas la antropología forense, desde la cual se desarrolló la presente investigación para diseñar nuevas herramientas, y perfeccionar algunas ya existentes para establecer el sexo de un cadáver a partir de cinco componentes anatómicos de la columna vertebral humana: C1, C2, C7, T12 y L5.

La idea de adelantar la presente investigación me fue propuesta por el Dr. Miguel C. Botella, cuando pedí su consejo acerca del tema para desarrollar mi tesis doctoral. Él planteó de forma acertada que los estudios mundiales en el campo de la antropología física y forense para establecer el sexo de un cadáver a partir de sus vértebras era reducido, de hecho, al momento de proponer su idea en 2008, y luego de una amplia revisión bibliográfica, encontramos que los estudios reportados sobre el tema a nivel internacional eran únicamente 6; donde se habían evaluado las vértebras C1, C2, C7 y T12, estas investigaciones serán citadas a lo largo del texto.

² Citamos estos interrogantes como principales, no obstante, existen otros que indudablemente deben resolverse durante una necropsia, p.e. intervalo posmortem, documentación de lesiones no mortales, posibilidad de maltrato, tortura, entre otras; de igual forma la misma exploración del cadáver podrá generar eventualmente la realización de exámenes adicionales para dar respuesta a nuevos interrogantes según el caso, p.e. para confirmar o descartar la presencia de sustancias alucinógenas, alcohol o también para la búsqueda de evidencia traza.

Por todo lo anterior y teniendo en cuenta las estadísticas sobre cuerpos mutilados e incompletos que anualmente son recuperados por las autoridades en Colombia, cuyas cifras muestran que en gran cantidad de éstos solo se recuperan partes de tórax - incluida columna vertebral-, consideramos que nuestros resultados constituyen un aporte significativo en el contexto forense de la identificación de cuerpos con las características citadas anteriormente, los cuales son aplicables a nuestra realidad y en casos similares en otros países.

Por diversas razones nuestro estudio fue relativamente extenso en el tiempo, la recolección de la muestra se realizó durante dos temporadas; la primera, de comienzos de 2006 a finales de 2007, en este periodo se abordaron 178 cadáveres en los que se disecó la muestra correspondiente a C1 y C2; estos cuerpos fueron adultos, femeninos y masculinos, de nacionalidad colombiana, necropsiados en el Instituto de Medicina Legal en Bogotá D.C. Colombia.

La segunda temporada comprendió desde inicios de 2008 a mediados de 2011, período en que se abordaron 187 cadáveres colombianos, adultos, femeninos y masculinos, de los cuales se obtuvo un total de 187 vértebras -C7, T12 y L5-. Esta muestra fue tomada de la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana del Instituto de Medicina Legal de Colombia y de la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana del Departamento de Antropología de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Antioquia.

La totalidad de la muestra fue tomada de 364 cadáveres, sin embargo, teniendo en cuenta que cada grupo de vértebras (C1, C2, C7, T12 y L5) fue evaluado como un universo independiente, consideramos que la cifra real fue de 870 especímenes; en

quienes se valoraron 47 dimensiones [8 en C1, 14 en C2, 8 en C7, 8 en T12 y 9 en L5], con las cuales se adelantaron un total de 8.064 mediciones por parte del investigador principal, y aproximadamente 300 por observadores externos.

Los resultados que hemos obtenido presentan un buen margen de confianza al compararlo con los alcanzados por otros investigadores que en años anteriores examinaron C1, C2, C7 y T12 en otros países; tales como Marino³, cuyo estudio mostró niveles de confianza entre 75% y 85% con C1 en población norteamericana, del Río M. (et al.)⁴ con 90.7% de fiabilidad a partir del diámetro mínimo de C7 en población española; así mismo, estos últimos autores⁵ examinaron C1 con población española, obteniendo 82% de confianza, finalmente Sheng-Bo (et al.)⁶, examinaron T12 en población coreana, generando funciones discriminantes que predicen el sexo con 62.7% a 85.3% de precisión.

De acuerdo a extensas búsquedas en revistas indexadas y páginas web relacionadas con el tema de la presente investigación, consideramos que estamos generando el primer reporte internacional con resultados de estudios cualitativos con L5 (y el segundo con T12), lo cual puede resultar de interés en: (1) el contexto de la identificación de cadáveres, ya que al igual que con las demás vértebras, existen gran cantidad de casos en que esta estructura puede constituir uno de los pocos huesos indicadores de sexo que se recuperan en cuerpos desmembrados, carbonizados, etc.; permitiendo así,

³ MARINO E.A. Sex Estimation Using the First Cervical Vertebra. American journal of Physical Anthropology, 1995; 97(2)127-133

⁴ DEL RÍO MUÑOZ P.A., SÁNCHEZ SÁNCHEZ J.A. Discriminación Sexual en la Séptima Vértebra Cervical Mediante el Análisis de Imagen. Revista Española de Medicina Legal 1997; XXI(80-81):49-54

⁵ RÍO MUÑOZ P.A. DEL, J.A. SÁNCHEZ y J.L. PRIETO. Determinación del sexo mediante el análisis de imagen en el atlas. Cuadernos de Medicina Forense; 2000; Nº 22: 45-52

⁶ SHENG-BO Y.M., U-YOUNG L., DAI-SOON K., YONG-WOO A., CHANG-ZHU J., JIE Z., HONG-JIN S., SEUNG-HO H. Determination of Sex for the 12th Thoracic Vertebra by Morphometry of Three-dimensional Reconstructed Vertebral Models. J. Forensic Sciences 2008;53(3)620-625

obtener una variable más para establecerlo; de otro lado, (2) serán útiles en el contexto de la investigación científica, tanto en antropología física, como en antropología forense, ya que los resultados obtenidos con L5 pueden ser utilizados como modelo para adelantar estudios sobre dicha vértebra en otras latitudes y en contextos arqueohistóricos, lo cual abre la posibilidad de adoptar la metodología utilizada, o idear otras variables que permitan obtener nuevas fórmulas discriminantes.

2. DIMORFISMO SEXUAL EN ESTRUCTURAS ÓSEAS HUMANAS -UNA REVISIÓN-

2. DIMORFISMO SEXUAL DE CADÁVERES PROCEDENTES DE CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS HISTÓRICOS Y ARQUEOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS.

El término "dimorfismo sexual" hace referencia a la diferencia de forma y tamaño presente en individuos masculinos y femeninos, y se expresa en un mayor tamaño corporal en los especímenes machos de la mayoría de las especies, p.e. entre un Gibón macho y uno hembra no existe diferencia a nivel dimórfico, es decir, ambos son relativamente de igual tamaño; en el chimpancé esta diferencia es del 11%, en el gorila del 50% y en la especie humana 5.7 % en promedio.

Son diversos los factores que han hecho que los individuos machos de la especie humana se caractericen por presentar mayor tamaño que las hembras; uno de ellos obedece a factores relacionados con la producción de testosterona, hormona masculina que incrementa el desarrollo de la masa muscular.

Se debe tener en cuenta que además de las leyes de la genética, la selección natural ha sido un factor influyente para la existencia del dimorfismo, debido precisamente a las actividades físicas cotidianas que el hombre ha debido realizar en su historia evolutiva; p.e. los machos en la especie humana se dedicaron durante varios millones de años a la cacería para obtener alimento para sus hembras y sus crías, así mismo, elaboraron diversas estrategias, entre ellas, el uso de la fuerza para pelear con otros machos y poder acceder a las hembras (copula y reproducción).

2.1 DETERMINACIÓN DE SEXO EN ANTROPOLOGÍA FORENSE

Para determinar el sexo de un cadáver complejo es necesario acudir a todos los marcadores sexuales disponibles de su esqueleto, pues de no ser así, se corre el riesgo de llevar a cabo una interpretación errónea del mismo, lo cual va en detrimento de la investigación judicial de las muertes. Como señala el Dr. Reverte Coma⁷, "nunca se insistirá lo suficiente en el hecho de que todas las características y rasgos que señalamos en cada hueso y que son determinantes, son nada más que relativos y no absolutos".

En la medida que el cadáver examinado esté más completo, el diagnóstico del sexo será más preciso y podrá oscilar entre 80% y 97% de precisión, dependiendo del porcentaje de entereza del esqueleto⁸; ya que el procedimiento más adecuado para dicha evaluación consiste en analizar todas y cada una de las piezas que lo conforman; pues es posible que un mismo individuo presente algunas estructuras óseas de apariencia masculina y femenina a la vez, lo que conlleva a que si analizamos tan solo una pieza ósea podemos caer en errores.

No obstante lo anterior, es usual que ingresen al laboratorio de antropología forense cadáveres en los cuales se ha recuperado tan solo una de sus estructuras óseas, un ejemplo de ello podría ser un cráneo. Ante dicha situación nos veremos en la necesidad de establecer el sexo y los demás interrogantes biológicos del individuo con esa sola estructura. Para evitar sesgos en tal situación, se deben examinar la totalidad de

⁷ REVERTE COMA, J.M. (1999): Antropología Forense Ministerio de Justicia, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones Madrid - España

⁸ MEINDL R.S. & LOVEJOY C.O. (1985). Accuracy and direction of error in the sexing of the skeleton. American Journal of Physical Anthropology 68:79- 85.

marcadores sexuales que presente dicho cráneo, es decir, se deben realizar las mediciones necesarias para poder aplicar fórmulas discriminantes, evaluar su morfología y acudir al estudio de sus dientes, tanto métrica, como morfológicamente.

2.2 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA ESTIMACIÓN DEL SEXO A PARTIR DE ESTRUCTURAS ÓSEAS

En el proceso de identificación de cadáveres complejos y la correcta determinación del sexo a partir de sus estructuras óseas, depende en gran medida de tener en cuenta factores como los que se mencionan a continuación:

- La variabilidad racial, dieta, hábitos ocupacionales y en general las condiciones de vida de las poblaciones humanas pueden producir modificaciones que afectan en mayor o menor grado el dimorfismo sexual, tanto a nivel grupal, como intragrupal.
- Que el esqueleto este completo y pertenezca a un mismo individuo.
- Que las estructuras óseas presenten un buen índice de conservación.
- Que el proceso de desarrollo óseo haya finalizado.
- El grado de dimorfismo sexual que muestren las estructuras óseas examinadas.

2.3 DIFICULTADES PARA ESTIMAR EL SEXO A PARTIR DE RESTOS ÓSEOS

Durante el proceso de determinación del sexo de un cadáver esqueletizado se encuentran múltiples dificultades, una de ellas es que el individuo estudiado puede no haber alcanzado su madurez biológica, acentuándose la dificultad, cuando el esqueleto corresponde a un individuo fetal.

Dicha problemática en individuos sub-adultos se debe a que en ellos no se observan claramente rasgos óseos que expresen dimorfismo, como si ocurre con individuos adultos; un ejemplo de ello son las inserciones musculares óseas más o menos marcadas que suelen encontrarse en éstos últimos; dichas inserciones se encuentran asociadas a hábitos laborales o actividades cotidianas que requieren de inversión de fuerza; por lo tanto, en individuos infantiles y adolescentes es casi nula la probabilidad de encontrar huesos con inserciones óseas muy marcadas, ya que durante esta etapa de la vida, este tipo de actividades físicas no son una constante.

Una dificultad más en la estimación del sexo se presenta cuando se adelanta en individuos adultos con marcadores óseos de dimorfismo sexual no tan marcados, con estructuras óseas pequeñas e inserciones musculares óseas imperceptibles; una situación así, haría pensar inicialmente que se trata de un individuo posiblemente femenino, no obstante, esta incertidumbre se puede resolver evaluando cuantitativa y cualitativamente la totalidad de piezas óseas recuperadas.

2.4 UNA BREVE REVISIÓN DE LAS INVESTIGACIONES INTERNACIONALES PARA DETERMINAR EL SEXO A PARTIR DE ESTRUCTURAS ÓSEAS

2.4.1 ESTUDIOS OSTEOMORFOLÓGICOS (CUALITATIVOS) EN INDIVIDUOS ADULTOS

Una revisión de la literatura muestra que a pesar que se han realizado gran cantidad de estudios osteomorfológicos -cualitativos- para determinar el sexo en cadáveres esqueletizados, esta tendencia ha sido reemplazada paulatinamente por el análisis

métrico -cuantitativo- de estructuras óseas específicas, lo cual no equivale a que los estudios cualitativos hayan dejado de utilizarse.

A continuación citamos ejemplos de algunos estudios de tipo cualitativo realizados en el ámbito mundial:

Phenice (1969)⁹ realizó un estudio sobre 72 huesos púbicos de negros y 103 de blancos, él analizó el arco ventral, concavidad subpúbica y el aspecto medial de la rama isquiopúbica. Allí se estableció que el arco ventral y la concavidad subpúbica, están presentes solo en mujeres y que el aspecto medial de la rama isquiopúbica es amplio y plano en hombres y estrecho y elevado en mujeres. El método alcanzó el 96 % de precisión para determinar el sexo correctamente, tanto en el grupo de blancos, como de negros.

Iskan y Derrick¹⁰ citados por Krogman (1986: 215)¹¹, desarrollaron un método para determinar el sexo visualmente utilizando las estructuras posteriores de la pelvis (unión sacro-ilíaca), ellos analizaron una muestra de 17 hombres y 10 mujeres blancos, negros y asiáticos. El estudio concluyó que el surco preauricular es un buen indicador del sexo.

MacLaughlin (et. al.)¹², examinaron tres series óseas europeas para evaluar la confiabilidad y precisión de las variables descritas por Phenice (1969) para determinar el sexo. El estudio concluyó que esas variables no pudieron ser confirmadas en las muestras óseas europeas y que la concavidad subpúbica era la variable individual más

⁹ PHENICE, T.W, A newly development visual method of sexing the os pubis. Am. J. Phys. Anthropol, 30;297-301,1969

¹⁰ ISKAN, M.Y. & DERRICK, K. Determination of sex from the sacroiliac: A visual assessment technique. Florida Sci, 47:94-98, 1984.

¹¹ KROGMAN, W. 1962. The Human Skeleton in Forensic medicine. 2ª Ed. Charles C. Thomas Publisher. Springfield, IL. 215

¹² MACLAUGHLIN, SM; BRUCE MF. 1990. The Accuracy of Sex Identification in European Skeletal Remains Using the Phenice characters. Journal of Forensic Sciences International, V. 35 N. 6 Nov. 1990

efectiva para determinar el sexo; igualmente, la experiencia del observador mostró que sí afectaba la correcta identificación del sexo.

Shuterland y Suchey¹³, utilizando una muestra de 1284 huesos púbicos para determinar el sexo, reportaron que el arco ventral utilizado individualmente generaba una precisión del 96% al hacer el diagnóstico. Ellos reportan la aparición de un arco precursor, definido como una tenue línea que se encuentra sobre la superficie ventral y que toma el mismo curso que el arco ventral, la cual aparece en la extremidad baja como un relleno de fino hueso denso antes que el arco sinfisial llegue a definirse completamente. Este arco precursor aparece a la edad de 14 años y es bastante frecuente a la edad de los veinte.

Loth y Henneberg¹⁴ realizaron un estudio en el que evaluaron la presencia o ausencia de angulación en el borde posterior de la mandíbula, en el plano oclusal. Dicha angulación está presente usualmente en hombres y ausente en mujeres e individuos subadultos de ambos sexos. La precisión en la determinación del sexo alcanzó un porcentaje de 90.6% a 99.0% en mandíbulas que no presentaban pérdidas dentales a nivel de molares.

Osman (et al.)¹⁵, realizaron un estudio sobre la región glabellar de 90 cráneos adultos provenientes de Estambul, Turquía. La región glabellar fue clasificada en cuatro prototipos que iban de 0 (muy liso) a 3 (muy rugoso). Los resultados mostraron que los

¹³ SHUTERLAND, D.L AND SUCHHEY J.M. "Use of the Ventral Arc in Pubic Sex Determination" Journal of Forensic Sciences, 1991 Vol. 36 N° 2:501-511), citado por Sanabria 2004:290

¹⁴ LOTH SR y HENNEBERG M. (1996) Mandibular ramus flexure: A new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. Am. J. Phys. Anthropol. 99:473-485.

¹⁵ OSMAN C., ISCAN, M.Y., SOYSAL, Z. & CADIR, S. Sexual diagnosis of the glabellar region, Legal Medicine Vol. 3, Issue 3, September 2001, pages 162-170.

hombres fueron clasificados en un 84 % como un prototipo 2. Además ninguno de los hombres fue clasificado en el prototipo 0 y ninguna de las mujeres en el prototipo 3; el estudio mostró que efectivamente existe un dimorfismo en la región supranasal, pero que no se ha definido su origen.

Jaroslav¹⁶, desarrollo un método para determinar el sexo de forma visual utilizando la pelvis, él utilizó una muestra de 402 individuos adultos de sexo y edad conocida de individuos de origen francés y portugués. El método utiliza cinco características de la pelvis que incluyen surco preauricular, escotadura ciática, región inferior de la pelvis, proporción isquiopúbica, arco compuesto. El método alcanzó un 95% de precisión en todos los casos. El método además de reducir el error interobservador, también es útil en la determinación de fragmentos óseos de pelvis.

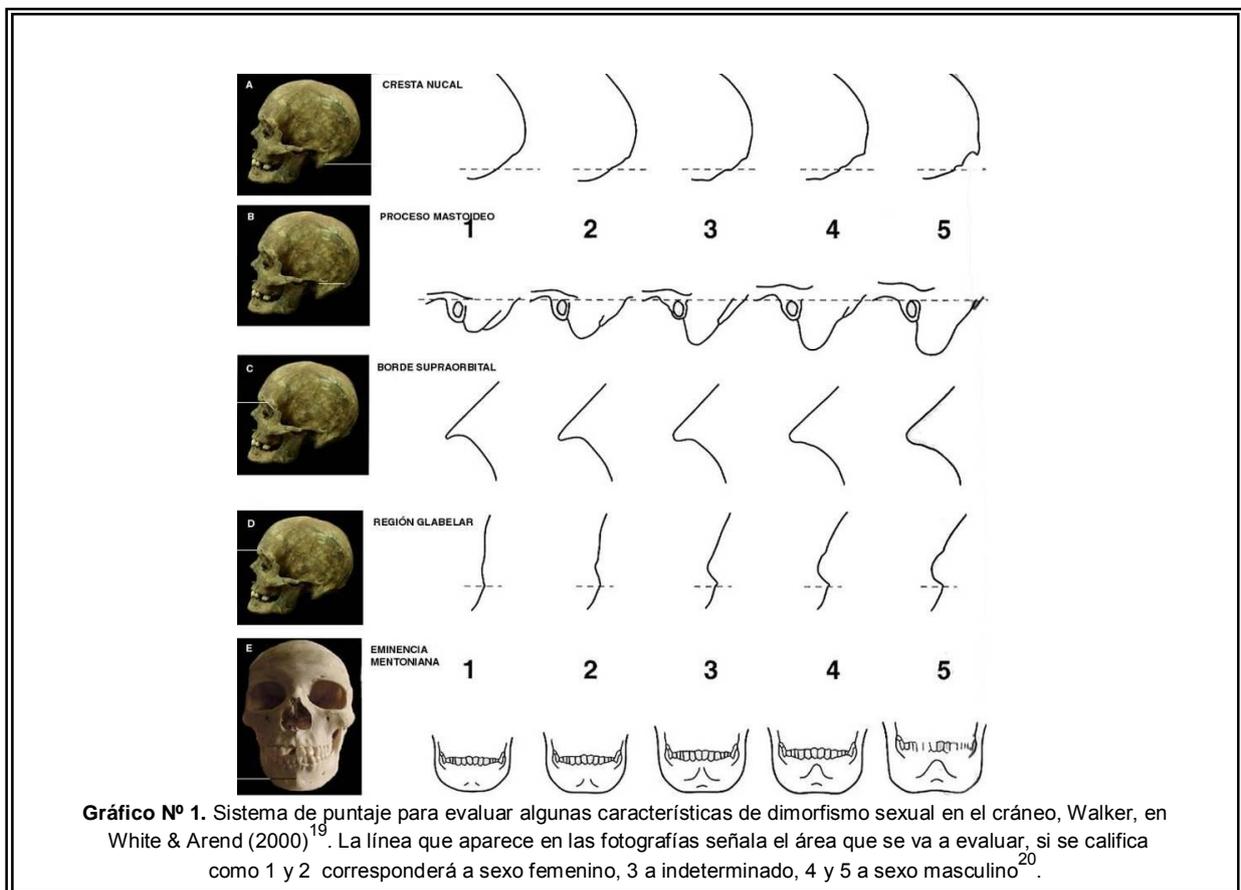
2.4.1.1 ESQUELETO CRANEAL

El cráneo constituye una de las piezas que exhibe excelentes marcadores óseos para determinar el sexo del individuo estudiado (**Gráfico N° 1 y Fotografías N° 1 y 2**), ocupando el segundo lugar después de la cintura pélvica. La estimación de sexo con esta estructura ósea parte del principio de que el cráneo masculino es de mayor tamaño, más robusto, y con inserciones óseas musculares más marcadas que el cráneo femenino (**Tabla N° 1**). Buikstra y Ubelaker¹⁷ diseñaron un sistema de valoración que permite evaluar diferentes áreas del cráneo, allí se le asignan valores que van de 1 a 5; siendo 1 y 2 de sexo femenino, 4 y 5 de sexo masculino y 3 a individuos que generan duda en la asignación del sexo. No obstante, se debe agregar que existen poblaciones

¹⁶ JAROSLAV B., A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone. *American Journal of Physical Anthropology* 2002, 117:157-168.

¹⁷ BUIKSTRA, J. & UBELAKER, D.H. (1994). *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Fayetteville, Arkansas: Archaeological Survey.

que no exhiben un marcado dimorfismo sexual, es decir, que se pueden encontrar individuos femeninos tan robustos como los masculinos; factor que se debe tener en cuenta precisamente por lo comentado por Rodríguez¹⁸, quien sugiere que al estudiarse la variación de una población, se deben considerar varios niveles o escalas de análisis, de lo particular a lo general, desde lo individual, intragrupal, hasta lo intergrupalo.



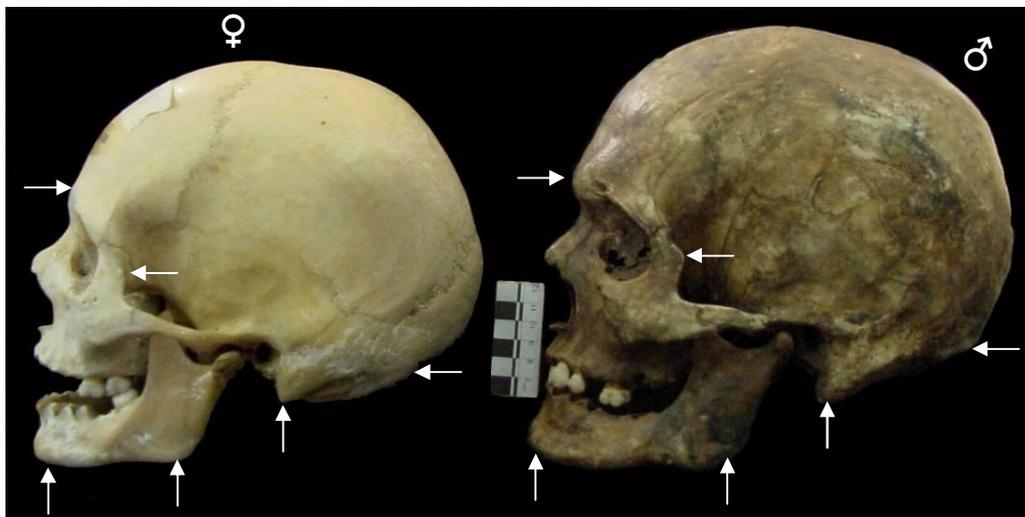
¹⁸ RODRÍGUEZ C., J.V. (2011). La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas-. Centro Editorial, Facultad de Ciencias Humanas, Bogotá D.C., pp.119.

¹⁹ El dibujo fue tomado de The Human Osteology (2000:364), las fotografías de los cráneos del lado izquierdo del gráfico fueron tomadas y diagramadas por Sanabria M.C. (2004).

²⁰ SANABRIA M.C. (2004). Antropología Forense y la Investigación Médico-Legal de las Muertes. Imprenta Policía Nacional, pp:274.



Fotografía Nº 1. Izquierda cráneo femenino, más pequeño, grácil, pesado y de características faciales menos fuertes que las del cráneo masculino del lado derecho



Fotografía Nº 2. Las flechas señalan algunos puntos craneales de comparación, en los que se observa el dimorfismo sexual. En el individuo masculino las áreas señaladas son de mayor tamaño, más altas, robustas o más sobresalientes que en el individuo femenino.

2.4.1.2 ESQUELETO FACIAL

- **ARCOS SUPERCILIARES:** Más prominentes en individuos masculinos, que femeninos.
- **BORDE SUPRAORBITAL:** En individuos masculinos se presenta más romo, en individuos femeninos es agudo, afilado; se puede percibir pasando la yema de los dedos sobre esta región.
- **PALADAR:** Suele ser alargado en individuos masculinos.
- **ESTRUCTURAS DENTALES:** Son de mayor tamaño en individuos masculinos con respecto a los femeninos, especialmente los caninos maxilares (arcada superior).
- **HUESOS MALARES:** Son más altos y robustos.

2.4.1.3 MANDIBULA

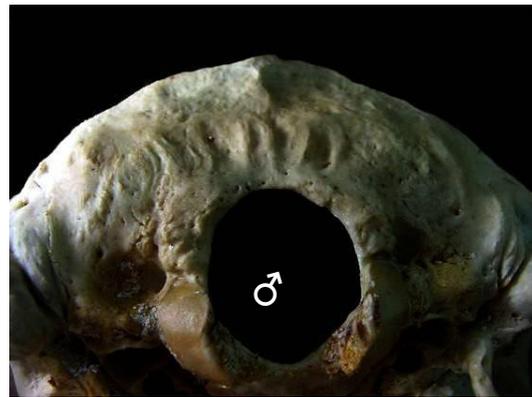
- **MENTÓN:** Es más proyectado a nivel de sínfisis mandibular, es de forma cuadrangular en individuos masculinos y redondeado o agudo en los femeninos.
- **SÍNFISIS MANDIBULAR:** Más robusta, proyectada y marcada en individuos masculinos, que en femeninos

2.4.1.4 BOVEDA CRANEAL

- **LÍNEAS NUCALES:** Muy marcadas en individuos masculinos, en general la base craneal en individuos masculinos es bastante rugosa (**Fotografías N° 3 y 4**).



Fotografía N° 3. Base craneal femenina, de superficie lisa, suave.

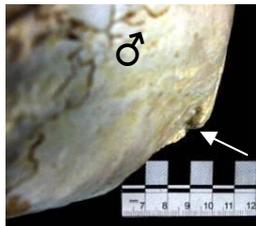


Fotografía N° 4. Base craneal masculina, de superficie rugosa debido a inserciones musculares más marcadas.

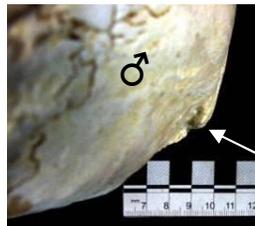
- **PROTUBERANCIA OCCIPITAL EXTERNA (P.O.E.):** Es otra área ósea que muestra un marcado dimorfismo sexual, consiste en una protuberancia ósea que se ubica en el tercio medio de hueso occipital, su presencia en individuos femeninos no es muy común, en cambio en los individuos masculinos aparece más o menos marcada y en algunos casos puede llegar a parecer una exostosis (**Fotografías N° 5, 6, 7, y 8**).



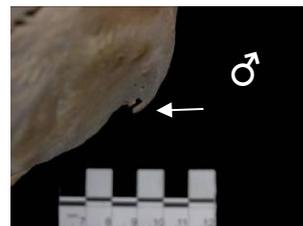
Fotografía N° 5.



Fotografía N° 6.



Fotografía N° 7.



Fotografía N° 8.

Fotografía N° 5. Protuberancia occipital externa de un individuo femenino.
Fotografías N° 6, 7 y 8. Variantes de protuberancia occipital externa en individuos masculinos.

- **PROCESOS MASTOIDEOS:** Más alargados, masivos y robustos en individuos masculinos.
- **PROCESO CIGOMÁTICO:** Su raíz posterior se extiende como una cresta adicional en individuos masculinos, llegando en algunas ocasiones a sobrepasar el punto medio superior del meato auditivo.

CARACTERÍSTICA	MUJERES	HOMBRES
GENERAL	Inserciones musculares menos marcadas y lisas, tabla craneal tiende a ser más delgada, generando menor peso	Inserciones musculares óseas muy marcadas, tabla craneal gruesa, mayor peso
CRANEO	De rasgos suaves, redondeado, pequeño.	Rasgos fuertes, generalmente pesado, grande
FRENTE	Tendencia a la verticalidad	Inclinada
CIGOMÁTICO	Bajo, pequeño, mas arqueado	Alto y grueso
BORDE SUPRAORBITAL	Agudo, afilado, delgado	Romo, liso, grueso
REGION GLABELAR	Aplanada	Prominente
PALADAR	Corto, mas redondeado y mas plano	Amplio, largo y abovedado
BASE CRANEAL	Mas aplanada y menos marcada	Mas rugosa, mas redondeada, las inserciones musculares óseas son muy marcadas
HUESO OCCIPITAL	Relieve suave, las líneas nucales son casi imperceptibles	Relieve áspero, las líneas nucales son muy marcadas
PROCESO MASTOIDEO	Son pequeños	Más masivos y amplios, robustos
PROTUBERANCIA OCCIPITAL EXTERNA	No muy marcada, casi inobservable	Marcada a masiva, puede llegar a parecerse a una exostosis ósea
MANDIBULA	Corta, estrecha, baja y grácil, poco pesada	Larga, amplia, alta, robusta, pesada y cuadrangular en el arco dental anterior
ANGULO MANDIBULAR	Obtuso (> 125°) y redondeado	Agudo (< 125°) y rectangular
GONIÓN	Superficie lisa	Superficie rugosa
CONDILO MANDIBULAR	Pequeños, bajos	Grandes, altos

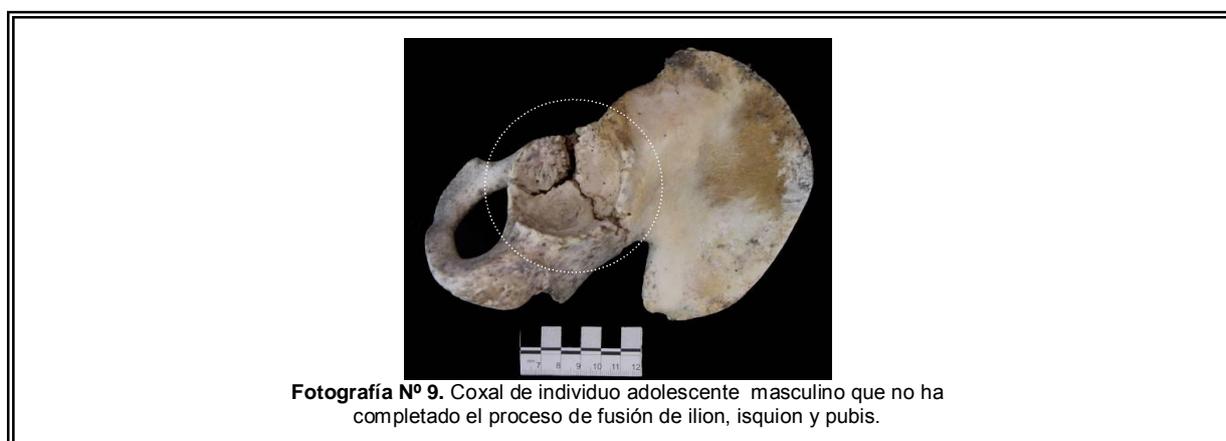
Tabla N° 1. Algunas diferencias sexuales en el cráneo.

2.4.1.5 DIFERENCIAS OSTEOMORFOLÓGICAS EN CINTURA PELVICA

La cintura pélvica es quizás el mejor indicador del sexo en un individuo esqueletizado, de hecho, allí se encuentran las áreas que según diferentes autores, orientan con mayor certeza el sexo de fetos e infantes.

La cintura pélvica de un adulto está conformada por tres huesos: un coxal izquierdo, uno derecho y un sacro, este último se ubica en región posterior de la cintura. En un

individuo subadulto, cada coxal está formado por tres huesos unidos por cartílago: el ilion, el isquion y el pubis; los cuales se fusionan progresivamente durante la adolescencia (**Fotografía N° 9**), hasta convertirse en una sola pieza llamada coxal al llegar a la edad adulta.



La predisposición existente en las hembras humanas para gestar un feto durante varios meses al interior de su cavidad pélvica, es quizás una de las razones que conllevan a que a nivel óseo esta región se haya adaptado filogenéticamente para tal evento, adoptando proporciones y morfología particular con respecto a la de los hombres; haciendo que su estructura marque diferencias anatómicas que permiten un adecuado desarrollo fetal.

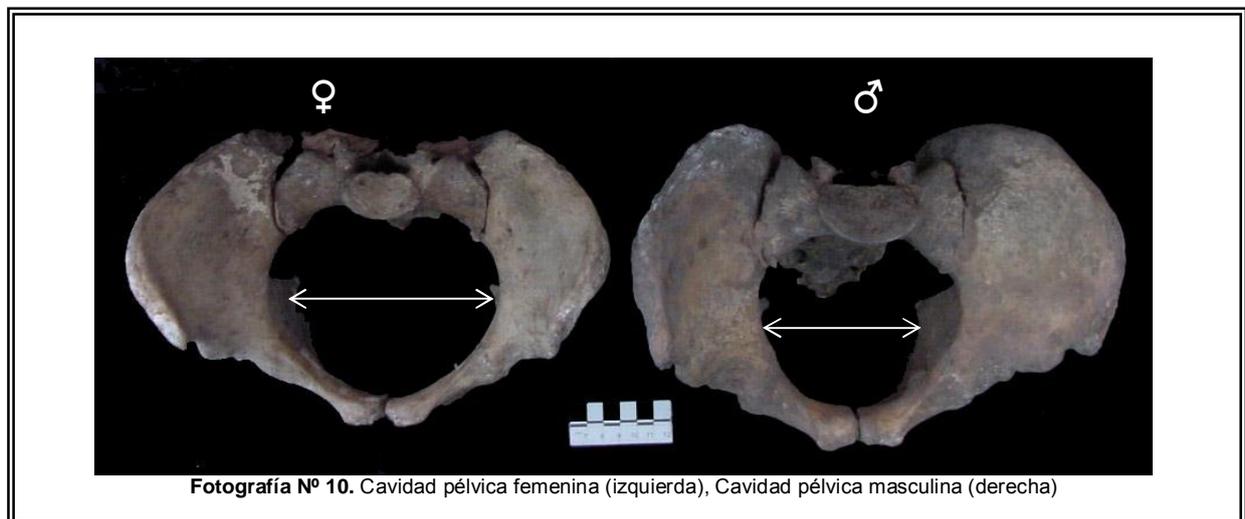
Genovés²¹ considera que teniendo en cuenta el dimorfismo sexual, las mujeres poseen un cuerpo más pequeño que el del hombre, y consecuentemente el pubis y toda la pelvis más delgada y ligera. La evaluación de estas diferencias permite determinar con

²¹ GENOVÉS, S. (1964). Diferencias sexuales en el hueso coxal. México: UNAM; Instituto Nacional de Antropología e Historia.

cierta facilidad la pertenencia de un individuo al sexo masculino o femenino, más que en otras áreas del esqueleto.

2.4.1.5.1 CAVIDAD PÉLVICA

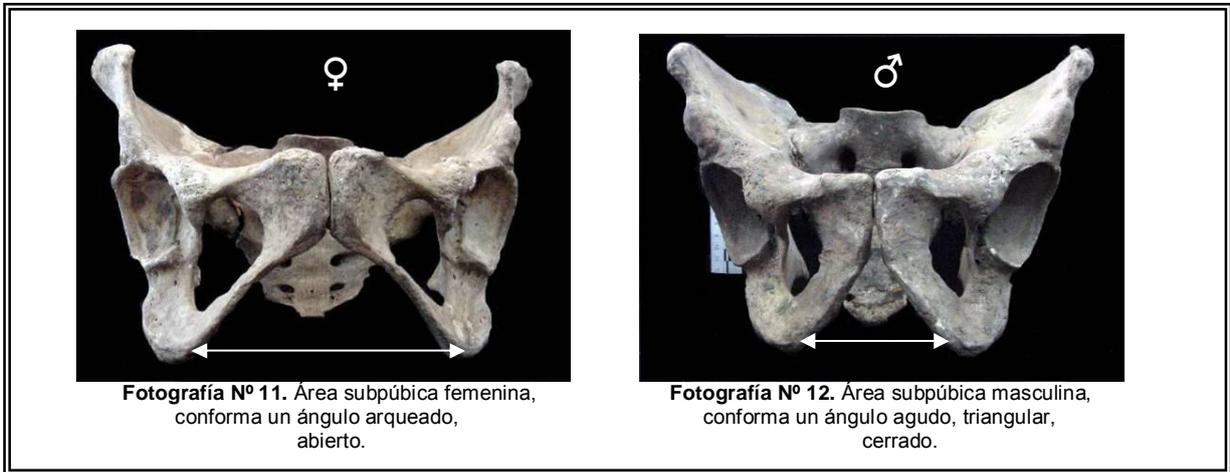
En razón a los requerimientos de la gestación, esta área es de mayores dimensiones en individuos femeninos, que en masculinos (**Fotografía N° 10**).



Fotografía N° 10. Cuidad pélvica femenina (izquierda), Cuidad pélvica masculina (derecha)

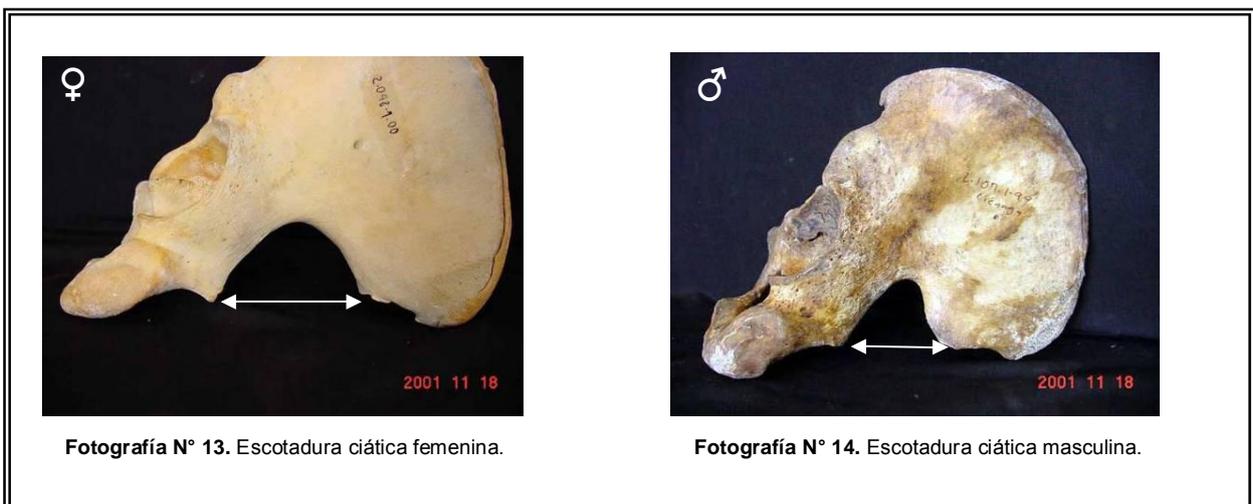
2.4.1.5.2 ÁNGULO SUBPÚBICO

En individuos masculinos es más cerrado y agudo, en los individuos femeninos es más abierto, conforma un arco (**Fotografías 11 y 12**).



2.4.1.5.3 ESCOTADURA CIÁTICA

La escotadura ciática en individuos femeninos es amplia y poco profunda (**Fotografía N° 13**), en masculinos es angosta y más profunda (**Fotografía N° 14**). Si trazamos sobre un plano una línea vertical imaginaria que divida en dos partes la escotadura ciática, veremos que en los individuos femeninos los dos segmentos generados por la división serán simétricos, en cambio en los masculinos serán asimétricos (**Fotografías N° 15 y 16**).





Fotografía Nº 15. Al dividir verticalmente la escotadura ciática femenina resultarán lados simétricos.



Fotografía Nº 16. Al dividir verticalmente la escotadura ciática masculina resultarán lados asimétricos.

Para determinar el sexo de un cadáver a partir de la morfología de escotadura ciática, también se puede realizar la llamada "prueba del pulgar"; se introduce verticalmente dicho dedo al interior de la escotadura, el resultado consiste en que en los individuos femeninos, el espacio interno en ésta área, permitirá que el dedo se desplace libremente hacia los lados, en los individuos masculinos ocurrirá lo contrario, pues no habrá mayor posibilidad de movimiento (**Fotografías Nº 17 y 18**).



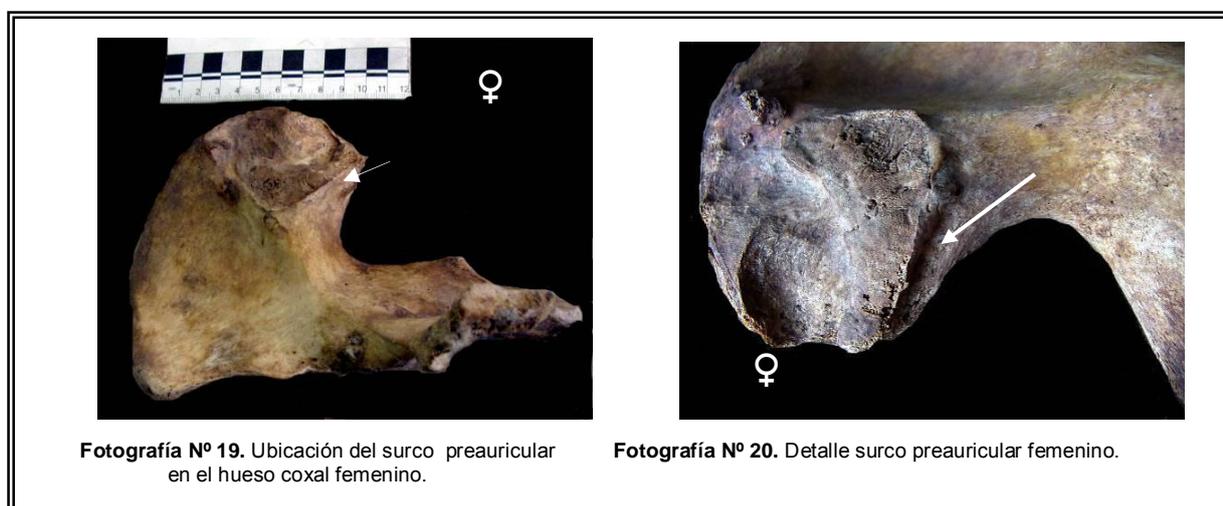
Fotografía Nº 17 "Prueba del pulgar" en escotadura ciática femenina, nótese el amplio espacio para que el pulgar se pueda desplazar hacia los lados.



Fotografía Nº 18 "Prueba del pulgar" en escotadura ciática masculina, no queda espacio libre para que el pulgar se pueda desplazar hacia los lados.

2.4.1.5.4 SURCO PREAURICULAR

Es una pequeña cavidad o canal de forma alargada (**Fotografías N° 19 y 20**), tiene una estrecha relación con el momento en que se produce el parto; según algunos investigadores, éste se va profundizando en la medida que se produzcan más partos. En las mujeres seniles el surco tiende a desaparecer por procesos articulares degenerativos que generan labiaciones óseas que rellenan dicho espacio.



2.4.1.5.5 DETERMINACION DE SEXO A PARTIR DE LA MORFOLOGIA DEL ARCO VENTRAL

Shuterland y Suchey en su trabajo "Use of the Ventral Arc in Pubic Sex Determination" (1991:501-511)²², utilizaron una muestra de 1284 huesos púbicos para determinar el sexo; reportaron que el arco ventral utilizado individualmente daba una precisión del 96% al hacer el diagnóstico. Ellos indican la aparición de un arco precursor definido

²² SHUTERLAND, D.L. AND SUCHEY J.M. "Use of the Ventral Arc in Pubic Sex Determination" Journal of Forensic Sciences, 1991 Vol. 36 N° 2:501-511.

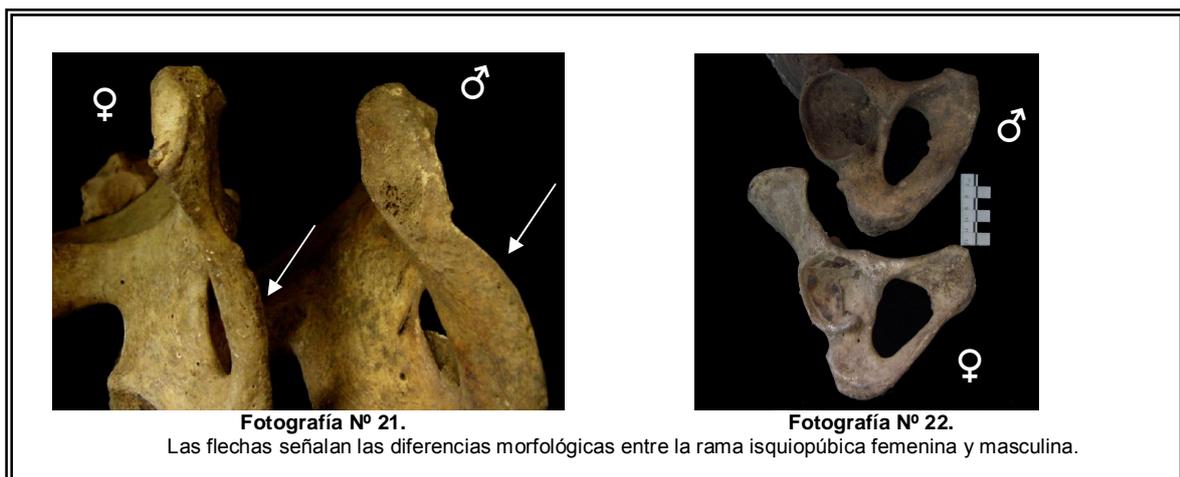
como una tenue línea que se encuentra sobre la superficie ventral y que toma el mismo curso que el arco ventral, el cual aparece en la extremidad baja como un relleno de fino hueso denso, antes de que el aro sinfial llegue a definirse completamente. Este arco precursor aparece a la edad de 14 años y es bastante frecuente a la edad de los veinte.

2.4.1.5.6 DETERMINACION DE SEXO A PARTIR DE LA PORCIÓN MEDIAL DE RAMA ISQUIOPÚBICA

Esta área presenta un marcado dimorfismo, se presenta de forma más delgada en los individuos femeninos y más gruesa en los masculinos (**Fotografías N° 21 y 22**).

2.4.1.5.7 DETERMINACION DE SEXO A PARTIR DE LA MORFOLOGÍA DEL AGUJERO OBTURADOR

Generalmente en los individuos femeninos es de bordes agudos, forma triangular, bajo y ancho; en los individuos masculinos es de bordes romos, alto y angosto (**Fotografía N° 23**).





En las tablas N° 2, 3, 4 y 5 se describen resultados de varias investigaciones que han examinado diferentes áreas de cintura pélvica, en la Tabla N° 6 se muestran algunas características métricas que orientan el sexo con estructuras óseas de esqueleto poscranial.

RASGO	MASCULINOS	FEMENINOS
ARCO VENTRAL	Ausente	Presente
CONCAVIDAD SUBPUBICA	Ausente	Presente
ASPECTO MEDIAL DE RAMA ISQUIOPUBICA	Ancho y aplanado	Angosto

Tabla N° 2. Determinación de sexo en cintura pélvica²³

POBLACION	N	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR	RANGO
HOMBRES BLANCOS	100	73.8	4.1	65 - 83
MUJERES BLANCAS	100	77.9	4.4	69 - 95
HOMBRES NEGROS	50	69.2	4.7	60 - 88
MUJERES NEGRAS	50	73.5	4.4	63 - 86

Tabla N° 3. Longitud del pubis.²⁴

POBLACION	N	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR	RANGO
HOMBRES BLANCOS	100	88.4	4.3	75 - 98
MUJERES BLANCAS	100	78.3	3.8	69 - 93
HOMBRES NEGROS	50	86.6	3.6	79 - 96
MUJERES NEGRAS	50	77.5	4.4	67 - 86

Tabla N° 4. Longitud del isquion²⁵

²³ PHENICE, T.W. (1969) A Newly Developer Visual Method of Sexing the Os Pubis. American Journal of Physical Anthropology, 30:297-301.

²⁴ WASHBURN, S.L. Sex differences in the pubic bone. American Journal of Physical Anthropology, 1948:6:199-208, citado por Krogman, 1986:222

²⁵ *Ibíd.* p. 222

POBLACION	N	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR	RANGO
HOMBRES BLANCOS	100	83.6	4.0	73 - 94
MUJERES BLANCAS	100	99.5	5.1	91 - 115
HOMBRES NEGROS	50	79.9	4.0	71 - 88
MUJERES NEGRAS	50	95.0	4.6	84 - 106

Tabla N° 5. Índice isquiopúbico²⁶

HUESO	MEDIDA	SEXO	
		HOMBRE	MUJER
CLAVÍCULA	Longitud máxima.	Desde 150 mm	Hasta 138 mm
	Perímetro centro.	Desde 36 mm	Hasta 32 mm
ESCÁPULA	Altura.	Desde 157 mm	Hasta 149 mm
	Anchura.	Desde 29 mm	Hasta 26 mm
	Longitud.	Desde 141 mm	Hasta 128 mm
HÚMERO	Longitud máxima.	Desde 330 mm	Hasta 280 mm
RADIO	Longitud fisiológica.	Desde 235 mm	Hasta 200 mm
	Longitud máxima.	Desde 250 mm	Hasta 215 mm
CÚBITO	Longitud máxima.	Desde 265 mm	Hasta 230 mm
	Longitud fisiológica.	Desde 240 mm	Hasta 205 mm
COXAL	Anchura del ileon.	64-65 mm	57-58 mm
	Long. superf. articular con sacro.	55-60 mm	45-50 mm
	Índice isquio-púbico.	83	Hasta 99.5
PELVIS	Índice altura.	79	Hasta 74
FÉMUR	Longitud.	Desde 460 mm	Hasta 390 mm
	Diámetro vertical cabeza.	Desde 44,5 mm	Hasta 43,5 mm
	Anchura epifisis inf.	Desde 76 mm	Hasta 74 mm
TIBIA	Longitud máxima.	> 380 mm	< 320 mm

Tabla N° 6. Algunas diferencias métricas sexuales postcraneales citadas por Polo²⁷

2.4.1.5.8 CICATRICES DE PARTO

Durante las labores de un parto vía vaginal suelen producir lesiones óseas en la cara interna del pubis debido a que durante la salida del feto se producen desprendimientos de periostio en esta área, causados a su vez por el jalamiento que ejercen los ligamentos ante la presión ejercida por el descenso del feto, lo que genera hemorragias sub-periosteales en las áreas comprometidas, es decir, se producen lesiones óseas y consecuentemente se dará un proceso de remodelación y cicatrización ósea observable macroscópicamente y expresado en hoyuelos o cavitaciones. Según autores como

²⁶ Ibid. p. 223

²⁷ POLO C.M. (2003) En Memorias Curso Internacional de Antropología Forense 2003.

Angel²⁸ y Nemeskéri²⁹ (citados por Rodríguez, 1994:150), es posible establecer el número de partos según la cantidad y profundidad de los hoyuelos presentes en la superficie interna del pubis y el valor de los estadios propuestos por Ullrich³⁰; citado por Krogman & Iscan, 1986³¹; valores que se obtienen evaluando el número de hoyuelos en el piso del surco preauricular, su anchura y bordes. Dicha valoración se puede tornar compleja, pues el tamaño y profundidad de los hoyuelos es diferente de una mujer a otra, incluso en el coxal izquierdo y derecho de una misma mujer pueden ser de diferentes dimensiones (**Fotografías N° 24 y 25**). La morfología de las cicatrices también varía, se pueden encontrar cavitaciones de forma circular, semicircular y semi-rectangular, con extremos superiores e inferiores ovalados, el diámetro máximo varía entre 2 mm hasta 8 mm.



Fotografía N° 24. Panorámica de la ubicación topográfica de cicatrices de parto.



Fotografía N° 25. Detalle cicatrices de parto.

²⁸ ANGEL, J.L.. The Bases of Paleodemography. American Journal of Physical Anthropology, Volume 30:427-435.

²⁹ NEMESKÉRI, J. Die archaeologischen and antropologischen Voraussetzungen palaeodemographischer Forschungen. Præhistorische Zeitschrift, 1972, Volume 47:5-46.

³⁰ ULLRICH, H. Estimation of fertility by means of pregnancy and childbirth alterations at the pubis, ilium and the sacrum. Ossa, 2:23-39, 1975.

³¹ *Ibíd*:250-253

2.4.2 ESTUDIOS OSTEOMORFOLÓGICOS (CUALITATIVOS) EN INDIVIDUOS SUBADULTOS

Las diferencias sexuales en el esqueleto humano inician su desarrollo antes de su nacimiento³²; según Komar & Buikstra³³, la osificación de los esqueletos humanos inicia aproximadamente a la sexta semana fetal y la diferenciación sexual a la octava; por lo que es teóricamente posible que los atributos sexuales distintivos sean identificados en los juveniles. Sin embargo, los estudios de aquellos elementos que son dimórficos en los adultos, principalmente cintura pélvica, cráneo y dientes, han fallado, es decir, no han podido encontrar pruebas convincentes de que el dimorfismo sexual en esqueletos preadolescentes sea convincente.

La discusión acerca de la dificultad para sexar esqueletos subadultos podría ser consensuada en el sentido que realmente es una labor compleja y bastante dificultosa, sin embargo, en la literatura sobre el tema se encuentran diversidad de opiniones, que van desde lo afirmado por Komar y Buikstra en el párrafo anterior, hasta los datos estadísticos de diferentes estudios que indican que es posible estimar el sexo con cierto grado de certeza.

Rodríguez³⁴ por ejemplo, considera que la dificultad para establecer el sexo en subadultos se debe a que las estructuras óseas no han alcanzado su tamaño total, pero en tanto que algunas estructuras se forman precozmente, como los primeros molares permanentes, con la forma y tamaño que tendrán en la adultez, son de gran validez

³² BOUCHER, B.J. Sex Difference in the Fetal Sciatic Notch. *Journal of Forensic Medicine*, 1955 (2):51-54

³³ KOMAR D.A, BUIKSTRA J.E. *Forensic Anthropology, Contemporary Theory and Practice*; 2008:126

³⁴ RODRÍGUEZ, J.V. Estimación del sexo en individuos infantiles, en: *La Identificación Humana en Colombia -Avances y Perspectivas-* (2011:145).

para el diagnóstico a partir de la formación total de la corona de los dientes permanentes, aproximadamente desde los tres años de edad. La pelvis y la mandíbula observan igualmente un dimorfismo temprano, de ahí que sirven de rasgos orientadores para diferenciar ambos sexos.

De otro lado, Schutkowski (1993), citado por Rodríguez (Ibíd.:145), concluye que sus estudios en mandíbulas de esqueletos infantiles, generan una precisión del sexo en un 70% a 90% de los casos; porcentajes que son comparables con la exactitud que resulta de aplicar metodología similar en individuos adultos.

2.4.2.1 DETERMINACIÓN DEL SEXO EN FETOS Y RECIÉN NACIDOS

La mayoría de estudios se han efectuado con muestras óseas de individuos fetales y recién nacidos, en razón a que es muy difícil obtener esqueletos completos de niños con edades superiores. Una de las áreas óseas más estudiadas es la escotadura ciática mayor, un buen número de estos estudios se han enfocado al análisis de la expresión métrica de sus características (profundidad vs. amplitud), generalmente con resultados positivos, que indican que si existe un dimorfismo sexual lo suficientemente marcado para hacer un correcto diagnóstico en individuos de estas edades.

En las **Tablas Nº 7, 8 y 9** se muestra la síntesis de algunos estudios³⁵ que se han llevado a cabo utilizando como referente de análisis morfológico y métrico la escotadura ciática mayor, la superficie auricular del ilion y algunas características craneales.

³⁵ Los datos han sido tomados de: Human Osteology, in Archaeology And Forensic Sciences, 2000:121-123

ESTUDIO	Nº MUESTRA	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS PARA ESCOTADURA CIÁTICA
FAZEKAS Y KÓSA, 1978	• 104 fetos Húngaros	Métrico	• Existe dimorfismo sexual
BOUCHER, 1957	• 107 fetos caucasoideos Británicos • 96 fetos negroides norteamericanos	Métrico	• Existe dimorfismo sexual
WEAVER, 1980	-----	Métrico	• No existe dimorfismo
HOLCOMB Y KONIGSBERG, 1995	• 122 fetos Norte americanos	Técnica de análisis de imagen	• Existe dimorfismo sexual

Tabla Nº 7. Investigaciones internacionales para determinar el sexo en individuos fetales por morfología de escotadura ciática

ESTUDIO	Nº MUESTRA	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS PARA SUPERFICIE AURICULAR DEL ILION
Weaver, 1980	• 153 pelvis de fetos e individuos infantiles	Morfológico	• 85% de los individuos masculinos mostraron una superficie auricular no elevada • 58% de los individuos femeninos mostraron una superficie auricular elevada.
Hunt, 1990 (prueba del método de Weaver)	• 275 individuos subadultos norteamericanos (mayores de los 6 años)	Morfológico	• La elevación de la superficie está más asociada a edad, que a sexo.
Mittler y Sheridan, 1992 (prueba del método de Weaver)	• 58 individuos juveniles de una muestra arqueológica sudanesa Nubia	Morfológico	• 85% de los individuos masculinos mostraron una superficie auricular no elevada • 58% de los individuos femeninos mostraron una superficie auricular elevada.

Tabla Nº 8. Investigaciones internacionales para determinar el sexo en individuos subadultos a partir de la morfología de superficie auricular del ilion.

ESTUDIO	Nº MUESTRA	TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS PARA CRANEO
Schutkowsky, 1993	• 44 individuos juveniles procedentes de Spitalfields	Morfológico	• Existe dimorfismo sexual en la mandíbula
Molleson et. al. 1998	-----	Morfológico	• Existe dimorfismo sexual en la mandíbula. • El análisis del mentón, áreas goniales y bode orbital, permitieron determinar el sexo correctamente en el 78% de la muestra.

Tabla Nº 9. Investigaciones internacionales para determinar el sexo en individuos subadultos a partir de morfología craneal.

Weaver³⁶, citado por Ubelaker³⁷, examinó una muestra de fetos y niños del Instituto Smithsonian; allí registró 5 dimensiones y una particularidad morfológica, consistente en la elevación de la superficie auricular, sin embargo, no encontró correlación entre las citadas dimensiones y el rasgo morfológico; no obstante, la característica morfológica permitió establecer correctamente el sexo masculino en el 92% de fetos, el 73% de recién nacidos, y el 91% de niños de 6 meses de edad [para complementar éste párrafo, ver “Estimación de Sexo en Fetos e Individuos Infantiles a Partir de Diagnóstico Cuantitativo en Hueso Coxal” y Tablas N° 27 a 31, páginas 76 a 78-]. Ubelaker (Ibíd.) considera que éste método debe utilizarse con precaución, ya que la certeza que brinda parece disminuir a medida que se van alcanzando mayores edades y se ve afectado por la variación poblacional.

Las técnicas utilizadas para establecer el sexo de esqueletos subadultos se restringen básicamente al análisis de ciertas áreas óseas y dentales de esqueleto craneal y postcraneal. En la pelvis los criterios morfológicos de referencia son la escotadura ciática mayor y la superficie auricular, en el cráneo son los bordes orbitales y en la mandíbula el mentón y las áreas goniales. Las variables utilizadas son prácticamente las mismas que se evalúan cuando se realiza el diagnóstico en individuos adultos, como se puede observar a continuación:

- Una escotadura ciática amplia y baja corresponde a un individuo femenino mientras una estrecha y alta es masculina.
- Una superficie auricular deprimida es una característica masculina mientras una elevada, es característica de los individuos femeninos.

³⁶ WEAVER, D.S. Sex differences in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant skeletons. American Journal of Physical Anthropology, 1980 (52):191-195

³⁷ UBELAKER, D.H. Human Skeletal Remains -Excavation, Analysis, Interpretation- 1999:52-53. Library of Congress Catalog Card Number 88-50355 Third Edition.

- En la mandíbula, un mentón cuadrangular es típicamente masculino, mientras uno triangular es femenino.
- Las áreas goniales mandibulares tienen una forma evertida en individuos masculinos y no evertida en femeninos.
- Un borde orbital romo es característico de individuos masculinos y agudo en individuos femeninos.

2.4.2.1.1 MORFOLOGÍA MANDIBULAR

Los numerales 2.4.2.1.1 a 2.4.2.1.4 hacen referencia a los estudios de tipo osteomorfológico en subadultos realizados por Schutkowski (1993), quienes son referidos por Polo³⁸, Rodríguez³⁹ y Krenzer⁴⁰.

Schutkowski⁴¹, consideró que las bases de la estimación sexual en esqueletos inmaduros a partir de los rasgos mandibulares y del ilion, suministran una adecuada exactitud en el diagnóstico (70% a 90%), comparable con la que se obtiene en restos de individuos adultos; además, la observación no requiere experiencia profunda o equipo técnico avanzado para su aplicación.

³⁸ POLO C.M. (2003). Osteología Humana y Antropometría -nociones y técnicas básicas de identificación-. En memorias curso internacional de antropología forense. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

³⁹ RODRÍGUEZ, J.V. (1994). Introducción a la Antropología Forense -Análisis e Interpretación de Restos Óseos Humanos-. Anaconda Editores, Bogotá, Colombia (pp:137).

⁴⁰ KRENZER U. (2006). Compendio de Métodos Antropológico Forenses Para la Reconstrucción del Perfil Osteo-Biológico, Ciudad de Guatemala, Guatemala (pp: 5).

⁴¹ SCHUTKOWSKI H. (1993). Sex determination of infant and juvenile skeletons. I. Morphognostic features. American Journal of Physical Anthropology 90(2): 199-206

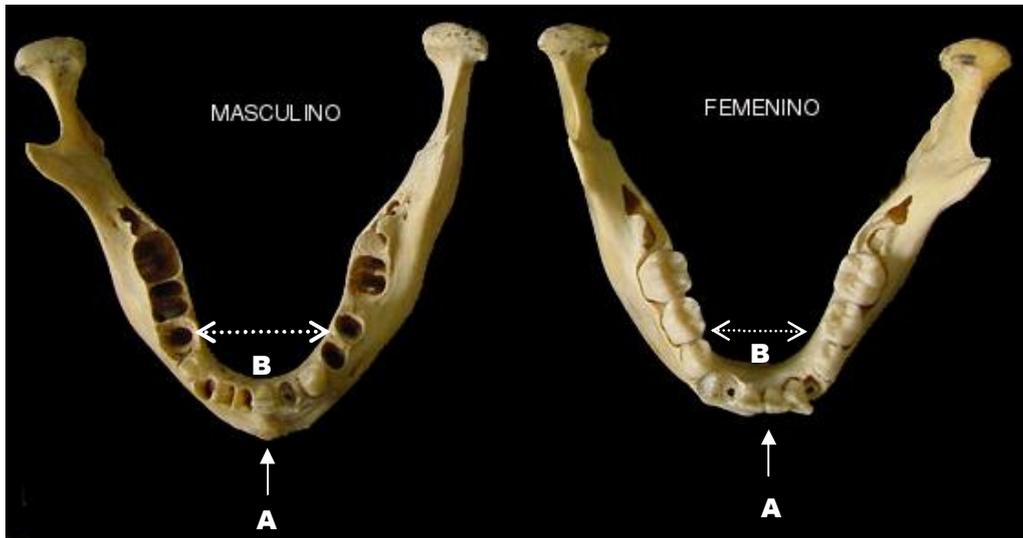
2.4.2.1.2 PRONUNCIAMIENTO DEL MENTÓN (Fotografía N° 26 A)

En individuos infantiles femeninos la región mentoniana es de superficie lisa; además no sobresale al observarla de perfil. En cuanto a la forma, no es cuadrangular y vista desde arriba es estrecha y a veces aguda. En individuos infantiles masculinos se aprecia un mentón cuadrado, más prominente, de superficie rugosa. Al mirarlo desde arriba se observa mayor anchura (modificado de Rodríguez, 1994:137).

2.4.2.1.3 FORMA DEL ARCO DENTAL ANTERIOR (Fotografía N° 26 B)

En infantes femeninos los alvéolos para los dientes centrales forman un arco redondeado, sin que sobresalgan los caninos. El arco alveolar es de forma parabólica. En infantes masculinos el arco de los dientes anteriores es más ancho y en él se observa cómo sobresalen los caninos respecto a los primeros molares. Por ello se describe un arco alveolar en forma de “U”⁴².

⁴² Ibíd.:137



Fotografía N° 26. (A) Pronunciamiento del mentón: es más pronunciado en niños, que en niñas
(B) La forma del mentón vista desde arriba es más amplia y cuadrangular en niños, que en niñas.

2.4.2.1.4 EVERSION DEL GONION

En infantes masculinos se presenta eversión del gonion con respecto al cuerpo mandibular, en infantes femeninos gonion y cuerpo se hallan en la misma línea⁴³.

2.4.2.2 MORFOLOGÍA DE HUESO COXAL

2.4.2.2.1 ÁNGULO DE LA ESCOTADURA CIÁTICA

En infantes femeninos el ángulo de la escotadura ciática es mayor de 90°, bastante amplio, mientras que en infantes masculinos es un ángulo cerrado (**Fotografías N° 27 y N° 28**).

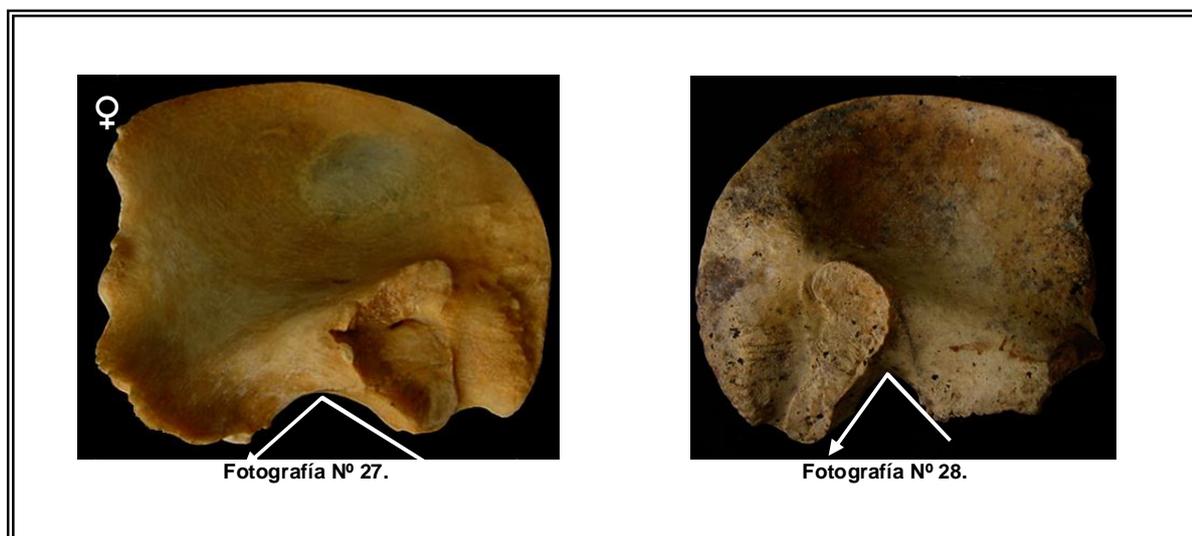
⁴³ Ibíd.:137

2.4.2.2.2 PROFUNDIDAD DE LA ESCOTADURA CIÁTICA MAYOR

Si se traza una línea vertical sobre un plano imaginario, en el centro de la escotadura ciática, se podrá observar que esta es mas profunda en individuos masculinos que en femeninos, esta línea también permitirá observar que los dos lados resultantes son simétricos en el individuo femenino y asimétricos en el masculino⁴⁴ (**Fotografías N° 29 y N° 30, flechas punteadas**).

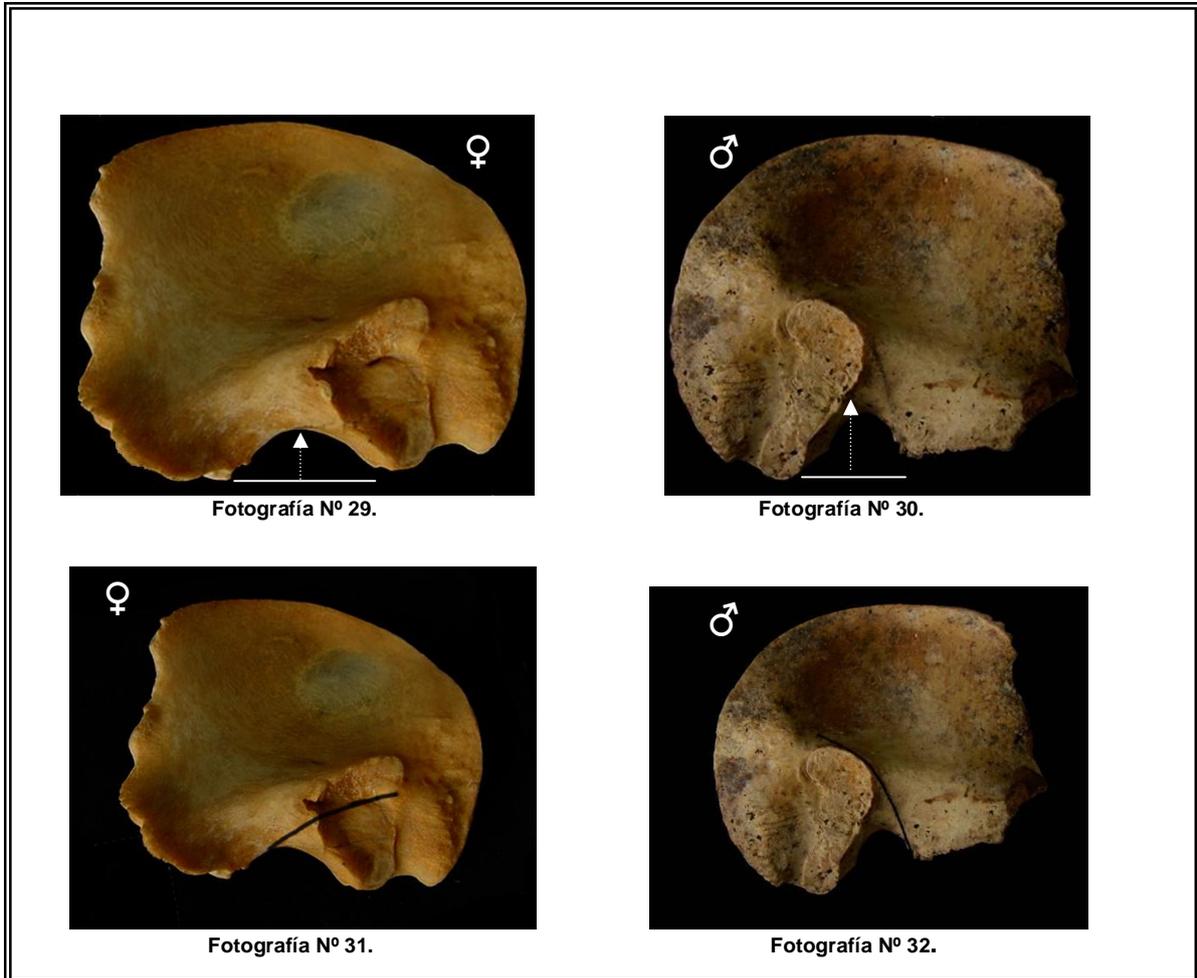
2.4.2.2.3 CRITERIO DEL ARCO

Dibuje una línea (con lápiz) que continúe el margen anterior de la escotadura ciática; esta línea pasará sobre la superficie auricular en los individuos femeninos, en los masculinos pasará por el borde superior de la superficie auricular⁴⁵ (**Fotografías N° 31 y N° 32**).



⁴⁴ Ibid.:137

⁴⁵ Ibid.:137



2.5 DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE FUNCION DISCRIMINANTE EN ESTRUCTURAS ÓSEAS HUMANAS

La determinación del sexo mediante el uso de técnicas métricas ha utilizado diversos métodos, que van desde medidas puntuales, hasta el análisis discriminante; se derivan del análisis de grupos o muestras de individuos de sexo, estatura y patrón ancestral conocido, a su vez se basan en el principio que las medidas tomadas a un hueso en particular, presentan unos valores que discriminan o establecen diferencias de carácter

cuantitativo entre un individuo masculino y uno femenino. Para utilizarlas se multiplican las medidas del hueso evaluado por los coeficientes apropiados de la función, se suman los totales y el valor se compara con los puntos de corte conocidos. Siempre se deben utilizar las funciones más precisas para las medidas que dispongamos. Los estudios osteométricos han utilizado casi todas las estructuras óseas craneales y el análisis de función discriminante el modelo estadístico más empleado. El análisis osteomorfoométrico se ha consolidado desde hace varias décadas como una herramienta eficaz para la determinación del sexo en restos óseos, pues su precisión, y especialmente la naturaleza misma de sus datos, permiten aplicar procedimientos estadísticos multivariados⁴⁶ y la utilización de funciones discriminantes. Esto último tiene ventaja sobre el diagnóstico cualitativo en el sentido que se reduce la subjetividad que ésta pueda generar⁴⁷.

2.5.1 ESTUDIOS MÉTRICOS PARA DETERMINACIÓN SEXUAL A PARTIR DE CRÁNEO

En 2005, Kanchan (et al.)⁴⁸ realizaron un estudio cefalométrico lateral para establecer sexo y talla a partir de funciones discriminantes y análisis de regresión respectivamente; la muestra estuvo conformada por 150 individuos hindúes (75 masculinos y 75 femeninos); utilizaron 10 medidas cefalométricas que generaron una fórmula discriminante, cuya precisión alcanzó 99% de certeza.

⁴⁶ PIETRUSEWSKI M. (2008). Metric analysis of skeletal remains: Methods and applications. En: Katzenberg A (2008). Biological anthropology of the human skeleton. Wiley-Liss Inc. New York.

⁴⁷ STEEL F.D. (1966). Further observations on the osteometric discriminant function. The human Clavicle. American Journal of Physical anthropology 25(3), 319 - 322.

⁴⁸ KANCHAN R.P., RAJENDRA N.M. Determination of sex by discriminant function analysis and stature by regression analysis: a lateral cephalometric study. Forensic Science International, 2005, Vol. 147(2)175.180.

2.5.2 ALGUNAS FUNCIONES DISCRIMINANTES PARA DETERMINAR SEXO A PARTIR DE MEDIDAS CRANEALES (Tablas N° 10, 11 y 12).

VARIABLE	NEGROS	BLANCOS
Anchura máxima	- 0.23287	- 0.10646
Anchura bicigomática	0.40358	0.40376
Basion - bregma	0.15754	-----
Nasion - prosthion	0.20526	-----
Altura nasal	-----	0.37828
Altura orbital	-----	- 0.29159
Cuerda frontal	-----	0.19283
Cuerda parietal	0.26434	0.08209
Constante	- 84.6585	- 76.2942

Tabla N° 10. Funciones discriminantes de sexo para blancos y negros utilizando medidas craneales⁴⁹
Marcador > 0 = Masculino Marcador < 0 = Femenino

MEDIDA	1	2	3	4	5	6
1	3.107	3.400	1.800	-----	1.236	9.875
2	- 4.643	- 3.833	- 1.783	-----	- 1.000	-----
3	5.786	5.433	2.767	-----	-----	-----
4	-----	- 0.167	- 0.100	10.714	-----	7.062
5	14.821	12.200	6.300	16.381	3.291	19.062
6	1.000	- 0.100	-----	- 1.000	-----	- 1.000
7	2.714	2.200	-----	4.333	-----	4.375
8	- 5.179	-----	-----	- 6.571	-----	-----
9	6.071	5.367	2.822	14.810	1.528	-----
PUNTAJE DE CORTE	2676.39	2592.32	1296.20	3348.27	536.93	5066.69
PORCENTAJE CORRECTO	86.6 %	86.4 %	86.4 %	84.5 %	85.5 %	84.9 %

Tabla N° 11. Individuos blancos americanos⁵⁰

MEDIDA	1	2	3	4	5	6
1	9.222	3.895	3.533	-----	2.111	2.867
2	7.000	3.632	1.667	-----	1.000	-----
3	1.000	1.000	0.867	-----	-----	-----
4	-----	- 2.053	0.100	1.000	-----	- 0.100
5	31.111	12.947	8.700	19.389	4.963	12.367
6	5.889	1.368	-----	2.778	-----	- 0.233
7	20.222	8.158	-----	11.778	-----	6.900
8	- 30.556	-----	-----	- 14.333	-----	-----
9	47.111	19.947	14.367	23.667	8.037	-----
PUNTAJE DE CORTE	8171.53	4079.12	2515.91	3461.46	1387.72	2568.97
PORCENTAJE CORRECTO	87.6 %	86.6 %	86.5 %	87.5 %	85.3 %	85.0 %

Tabla N° 12. Individuos negros americanos⁵¹

⁴⁹ MOORE-JANSEN, P.H. & JANTZ, R.L. (1989). Data Collection Procedures for Forensic Skeletal Material. Report of Investigations N° 48. Knoxville: University of Tennessee.

⁵⁰ GILES, E. & ELLIOT, O. Sex Determination by Discriminant Function Analysis of Crania. American Journal of Forensic Anthropology. 1963, Volume 21, Issue 1, pages 53-68 1963

⁵¹ Op. Cit.:53-68

MEDIDAS:

- 1- Longitud craneal máxima
- 2- Anchura máxima craneal
- 3- Altura Basion - bregma
- 4- Basion - nasion
- 5- Diámetro bicigomático máximo
- 6- Basion - prosthion
- 7- Prosthion - nasion
- 8- Amplitud palatal externa
- 9- Longitud del proceso mastoideo

2.5.3 DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE FUNCION DISCRIMINANTE EN CLAVÍCULAS

La clavícula es un hueso tubular con forma de “S”, articula en su extremidad medial con el esternón, y en su extremidad lateral con la escápula⁵². Su desarrollo se da a partir de dos centros primarios de osificación ubicados en su eje central y en la extremidad esternal respectivamente. Este hueso osifica hacia la quinta semana de vida en el útero, convirtiéndolo en el primer hueso en osificar, y por otro lado, es el último hueso en fusionar completamente lo cual ocurre entre los 24 y 29 años⁵³.

Algunas de las primeras investigaciones que indagan sobre la existencia de dimorfismo sexual en la clavícula se observan ya desde las primeras décadas del siglo XX; un ejemplo de ello es la investigación de Parsons⁵⁴, quien reporta la existencia de dimorfismo sexual en las clavículas de una muestra proveniente de población inglesa, el cual se hace evidente a partir del análisis de variables morfométricas.

Ya hacia mediados del siglo XX, y retomando algunos de los métodos sugeridos en el estudio de Parsons, varios investigadores evalúan a partir de análisis osteométricos la

⁵² WHITE T., FOLKENS P. (2005). The human bones manual. Elsevier Academic Press, PP. 193.

⁵³ SCHEUER, L, & BLACK S. (2000). Developmental juvenile osteology. London, UK: Elsevier Academic Press, pp:251

⁵⁴ PARSONS F. (1916). On the proportion and characteristics of the modern English clavicle. Journal of Anatomy, 51(1):71-93.

existencia de dimorfismo sexual en clavículas de poblaciones específicas, e indagan sobre la importancia e impacto que tienen dichas metodologías para la antropología y la arqueología. Citando un caso particular, la investigación llevada a cabo por Thieme y Schull⁵⁵, evalúa en una muestra de varios individuos de filiación ancestral negroide, el dimorfismo sexual en varios huesos como el fémur, el húmero y la clavícula. En este último caso, se concluyó que la clavícula aporta un grado de confiabilidad alto para determinar el sexo en los individuos de dicha población. Otros investigadores como Jit & Singh⁵⁶, McCormick⁵⁷ evalúan las características planteadas anteriormente por Parsons y Thieme, añadiendo nuevas variables osteomorfológicas y aplicando dichas metodologías a poblaciones específicas, como la hindú y la griega respectivamente.

Posteriormente, desde la década de 1980, y a principios del XXI, nuevas variables son implementadas en las investigaciones para la determinación del sexo en las clavículas. Tal es el caso de Jit & Sing⁵⁸, quienes esta vez, consiguen determinar el sexo en otra población hindú, a partir del ángulo en la región medial y lateral de la clavícula. Es interesante observar en los estudios elaborados en la India por Jit & Singh (1966, 2002) y Bilodi (et al.)⁵⁹, la notable variación morfológica en clavículas de varios grupos humanos de este país.

En los últimos diez años, el dimorfismo sexual en clavícula ha sido de interés en Latinoamérica por parte de varios investigadores, Mello Santos⁶⁰, Ríos⁶¹, Pérez (et

⁵⁵ THIEME F.P & SCHULL W.J. (1957). Sex determination from the skeleton. *Journal for Medicine*. 4:242-273.

⁵⁶ JIT I. & SINGH S. (1966). The sexing of human clavicles. *Indian journal of medical research*. 54(6):551-571.

⁵⁷ Mc CORMICK W, STEWART J, GREENE H. (1991). Sexing of human clavicles using length and circumference measurements. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*; 12 (2): 175-181.

⁵⁸ JIT I. & SINGH S. (2002). Length and curves of the clavicle in northwest Indians. *Journal of Anat. Soc. India* 51(2) 199-209

⁵⁹ BILODI A., SINHA B., KUMARAN S. (2002). Some observation on human clavicle. *Journal of Nepal Medical Association*, 41:441-445.

⁶⁰ MELLO SANTOS L.S. (2009). Incidence of clavicular rhomboid fossa (impression for costoclavicular ligament) in the brazilian population: forensic application. En <http://www.odont.uio.no/foreninger/fofos/JFOS/Jun09/Mello%20Santos.pdf>

al.)⁶², quienes han integrado algunas de las metodologías citadas anteriormente, adaptándolas a poblaciones y problemáticas específicas.

En 2011, Guerrero⁶³ presenta los resultados de una investigación cuyo objetivo fue construir una metodología para la determinación del sexo en cadáveres esqueletizados, a partir del análisis osteomorfoométrico de una muestra de clavículas conformada por 77 individuos adultos (30 femeninos y 47 masculinos). Se evaluaron tres variables cuantitativas: longitud máxima (LM) del cuerpo clavicular y diámetros sagital medial (DS) y vertical (DV) en tercio medio de diáfisis; a partir de las cuales se realizó un análisis estadístico que permitió establecer el dimorfismo sexual en la muestra examinada. El autor reporta que la estadística descriptiva mostró un notable dimorfismo entre el tamaño de las clavículas femeninas y masculinas, siendo mayores estas últimas; de otro lado, el análisis discriminante demostró que a excepción de la longitud máxima clavicular, es mucho más confiable emplear las fórmulas que involucran las tres variables, que emplearlas independientemente; la variable que presentó mayor dimorfismo sexual fue la longitud máxima (LM), seguida por el diámetro vertical medial (DV) y finalmente por el diámetro sagital medial.

⁶¹ RIOS FRUTOS L. (2002). Determination of sex from the clavicle and scapula in a Guatemalan contemporary rural indigenous population. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 23(3): 284-288.

⁶² PÉREZ C, VALDIZÓN M, HERRERA J. (1999). Determinación de sexo en una muestra ósea de poblaciones Ixil, Q'eqchi', K'iche', Poqomchi', y Kaqchikel, utilizando mediciones de cabezas de huesos largos y clavícula. En: Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998 (editado por J.P. Laporte y H.L. Escobedo), pp.850-857. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

⁶³ GUERRERO R., J.M. (2011). Dimorfismo sexual en clavículas de una población mestiza colombiana. Monografía de pregrado en antropología (inédito). Departamento de Antropología Universidad de los Andes.

2.5.4 DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE FUNCION DISCRIMINANTE EN ARCOS COSTALES

Wiredu (et al.)⁶⁴ realizaron un estudio para determinar sexo y edad biológica de restos humanos esqueletizados provenientes de Ghana. Ellos estudiaron el extremo esternal de la cuarta costilla de 346 individuos provenientes de morgue (221 hombres y 125 mujeres). Se midió la altura y amplitud del extremo esternal de cada costilla. La muestra fue analizada en tres grupos, jóvenes (< 30 años), adultos (> o iguales a 30 años) y una muestra de todo el grupo. Las funciones discriminantes obtenidas alcanzaron un porcentaje de precisión de 80% en los jóvenes, 74% en el grupo de adultos y 78% para el grupo total.

2.5.5 MARCADORES MÉTRICOS DE DIMORFISMO SEXUAL EN EL ESTERNON

En 1983 Stewart y McCormick realizaron un estudio con las placas radiográficas de 617 individuos norteamericanos autopsiados (361 masculinos y 256 femeninos). Separando los casos que presentaban fusión significativa del apéndice xifoides, de los que no la tenían. El análisis de los datos arrojó como resultado que las longitudes mayores a 173 mm se excluían como pertenecientes a individuos de sexo femenino, y las menores a 121 mm lo hacían con el sexo masculino; es decir, que aquellos esternones que midiesen más de 173 mm en su longitud total, eran exclusivamente masculinos, y los menores de 121 mm solo era posible que perteneciesen a las mujeres. El rango entre los 143 mm, y los 157 mm con respecto a los demás, fue el que les ofreció el menor porcentaje de confiabilidad (80%) en la determinación sexual.

⁶⁴ WIREDU, EK, KUMOJI, R., SESHADRI, R, BIRITWUM, R. Osteometric analysis of sexual dimorphism in the sternal end of the rib in a West African population Forensic Science International Vol. 44 N 5 sep. 1999

Puerto⁶⁵ recolectó una muestra de esternones disecados de cadáveres identificados de la sala de necropsias del Instituto de Medicina Legal en Bogotá D.C., Colombia; este estudio concluyó que existe una variabilidad métrica estadísticamente significativa entre las proporciones de los esternones femeninos y masculinos de la muestra recolectada, la cual permite definir reglas de clasificación y funciones lineales discriminantes para los individuos examinados; se analizaron diez dimensiones óseas (**Tabla N° 13**).

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
Ancho del manubrio (AM)	Ancho máximo del manubrio entre el centro aproximado de la articulación esterno-clavicular de ambos lados.	X_1
Longitud del cuerpo (C)	Longitud máxima tomada desde el punto más proximal del margen superior del cuerpo, hasta el punto más distal de su margen inferior. Si hay fusión significativa entre el apéndice xifoides y el cuerpo, la medida se toma hasta el punto más distal de la línea estimada que divide estos dos segmentos.	X_2
Ancho del cuerpo en primera esternebra (E1)	Ancho mínimo del cuerpo esternal tomado entre el centro estimado de la primera esternebra de ambos lados.	X_3
Ancho del cuerpo en tercera esternebra (E3)	Ancho mínimo del cuerpo esternal medido entre el centro estimado de la tercera esternebra de ambos lados.	X_4
Índice de ancho relativo entre esternebrias (IE)	Razón matemática que enfrenta los valores: $E1 \times 100 / E3$	X_5
Índice manubrio – cuerpo (IMC)	Razón matemática que enfrenta los valores: $M \times 100 / C$	X_6
Longitud del manubrio (M)	Longitud máxima tomada desde el centro aproximado de la incisura yugular hasta el punto más distal del manubrio.	X_7
Longitud manubrio – cuerpo (M-C)	Longitud máxima tomada desde el centro aproximado de la incisura yugular, hasta el punto más distal del margen inferior del cuerpo. Si hay fusión significativa entre el apéndice xifoides y el cuerpo, la medida se toma hasta el punto más distal de la línea estimada que divide estos dos segmentos.	X_8
Longitud manubrio – xifoides (M-X)	Longitud máxima, medida desde el centro aproximado de la incisura yugular hasta, el punto más distal del margen inferior del xifoides.	X_9
Longitud combinada manubrio y cuerpo (Σ)	Suma de los valores de las longitudes del manubrio y del cuerpo. (M+C).	X_{10}

Tabla N° 13. Dimensiones de esternón para aplicar fórmulas discriminantes de sexo en población colombiana

⁶⁵ PUERTO V.C. (2001): Determinación de Sexo a partir de osteometría esternal en una población contemporánea de morgue de Bogotá D.C. - Colombia. Tesis de Grado Departamento de Antropología, Universidad Nacional de Colombia; estudio realizado en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá - Colombia.

Las fórmulas de Puerto se pueden observar en las tablas N° 14, 15 y 16:

$Z = (0.032) X1 + (-0.034) X2 + (0.119) X3 + (-0.015) X4 + (-0.23) X5 + (-0.010) X6 + (0.094) X7 + (0.079) X8 + (0.002) X9 + 14.250$ <p style="text-align: center;">Puntaje de corte: 0</p>
--

Tabla N° 14. Fórmula discriminante para aplicar en esternones radiografiados del plastrón esterno-costal, Puerto V. (2001).

$Z = (0.119) X1 + (0.060) X5 + (0.064) X8 + (-15.841)$ <p style="text-align: right;">Puntaje de corte: 0</p>

Tabla N° 15. Fórmula discriminante para aplicar en esternones radiografiados del plastrón esterno-costal (Ibíd.)

$Z = (0.064) X1 + (0.040) X2 + (0.182) X7 + (- 15.360)$ <p style="text-align: right;">Puntaje de corte: 0</p>
--

Tabla N° 16. Fórmula Discriminante, para aplicar con base en las medidas efectuadas directamente sobre esternones esqueletizados (Ibíd.)

Si el puntaje discriminante es mayor que el puntaje de corte, el hueso se clasifica como masculino, si es menor será femenino. Durante esta investigación se concluyó que a pesar que la variabilidad métrica de los esternones masculinos y femeninos no es significativamente diferente -como lo demuestran las pruebas Box's realizadas-, el análisis de función discriminante permitió clasificar correctamente el sexo de los individuos evaluados.

2.5.6 ESTUDIOS MÉTRICOS PARA DETERMINACIÓN SEXUAL A PARTIR DE HÚMERO

En la literatura de antropología física y forense se han reportado múltiples fórmulas matemáticas y variantes anatómicas que permiten estimar el sexo de un individuo estudiando dimensiones de húmero, la mayoría de estas investigaciones indican que los valores diferenciadores sexuales se expresan en proporciones métricas mayores para los individuos masculinos y menores para los femeninos.

En 1979 T.D. Stewart adelantó un estudio, utilizando como referencia el trabajo de Dwight⁶⁶, analizó una muestra de 100 húmeros (50 masculinos y 50 femeninos) de la colección Terry. Él tomó las medidas en el hueso seco y comparó sus resultados con los obtenidos por Dwight, concluyendo que el cartílago aumenta alrededor de 2 mm el diámetro de la cabeza del húmero, y establece que las medidas inferiores o iguales a 43 mm corresponden a individuos femeninos, aquellas entre 44 y 46 mm no permiten hablar con certeza del sexo del individuo y aquellas mayores o iguales a 47 mm corresponden a individuo masculino.

Los resultados a nivel general indican que el diámetro vertical de la cabeza humeral, la anchura epicondilar y el perímetro de la diáfisis alcanzan valores y proporciones mayores en los individuos masculinos; tal y como se puede observar en las **Tablas N° 17 y 18**, las cuales plasman los resultados de los estudios de Singh (et al.) (1986):

MEDIDA	SEXO	MEDIA	D.S.	RANGO	PUNTO DE CORTE
LONGITUD DEL HUMERO	MASCULINO	311,3	19,4	255,1 - 369,5	> 325,6
ANCHURA EPICONDILAR	MASCULINO	60,4	3,7	49,3 -71,5	>64,7
PERÍMETRO DIAFISIS	MASCULINO	58,5	4,8	44,1 -72,9	>60,5

Tabla N° 17. Fórmulas discriminantes para estimar el sexo a partir de medidas de húmero⁶⁷

MEDIDA	SEXO	MEDIA	D.S.	RANGO	PUNTO DE CORTE
LONGITUD DEL HUMERO	FEMENINO	279,7	15,3	233,8 -325,6	< 253,1
ANCHURA EPICONDILAR	FEMENINO	52,4	4,1	40,1 -64,7	< 49,3
PERÍMETRO DIAFISIS	FEMENINO	49,1	3,8	37,7 -60,5	< 44,1

Tabla N° 18. Fórmulas discriminantes para estimar sexo a partir de medidas de húmero⁶⁸

En 1986 se publica un nuevo trabajo que evalúa el dimorfismo sexual en huesos largos realizado por Dittrick y Suchey⁶⁹, allí los investigadores analizan nueve medidas

⁶⁶ DWIGHT, T. The size of the articular surfaces of the long bones as characteristic of sex: An anthropological study. J. Anat, 4:19-32, 1904/1905.

⁶⁷ SINGH AND SINGH, citado por Krogman e Iscan, 1986, tabla 6.20.

⁶⁸ Op. cit. tabla 6.20.

⁶⁹ DITTRICK J. AND SUCHEY M., "Sex Determination of Prehistoric Central California Skeletal Remains Using Discriminant Analysis of the Femur and Humerus". American Journal Physical Anthropology; 1986:70:3-9.

humerales en una muestra de 370 restos óseos prehistóricos de California Central, lo que les permite reportar que el diámetro máximo femoral, la amplitud bicondilar femoral y el diámetro de la cabeza del húmero (vertical o transversal) son las secciones del hueso más adecuadas para separar entre los sexos.

Los citados investigadores establecen para los restos del horizonte temprano, un porcentaje de 85.7% de correctas clasificaciones utilizando el diámetro vertical de la cabeza humeral, mientras que para las muestras del horizonte medio-tardío se registró un 90.3% de correctas clasificaciones para el diámetro vertical y del 89.1% para el diámetro transversal. En cuanto a los horizontes combinados se reportó el 89.5% para el diámetro transversal y el 89% para el vertical.

Alemán (et al.)⁷⁰, citado por Villalaín y Puchalt (2000:168)⁷¹, proponen que con tan sólo dos medidas (anchura de la epífisis distal y diámetro vertical de la cabeza humeral) se puede determinar sexo con un 96,72% de certeza (**Tabla N° 19**). Para llevar a cabo el procedimiento se toman las medidas, se multiplican por las funciones correspondientes, se suman y se añade la constante. Si se obtiene un valor inferior al punto de corte, se trata de un húmero femenino y si dicho valor es superior, será un húmero masculino (op. cit.:169).

MEDIDAS EN HUMERO IZQUIERDO	FUNCION DISCRIMINANTE	PORCENTAJE DE CONFIABILIDAD
ANCHURA EPÍFISIS DISTAL	0,1942838	96,72
DIÁMETRO VERTICAL DE LA CABEZA	0,2553405	96,72
CONSTANTE	- 21,4663382	96,72
Punto de corte	- 0066495	96,72

Tabla N° 19. Fórmulas discriminantes para estimar sexo a partir de medidas de húmero⁷²

⁷⁰ ALEMÁN, I.; BOTELLA, M. C. & RUÍZ, L. Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. Archiv. Esp. Morfol., 2:69-79, 1997.

⁷¹ VILLALAÍN B. J.D. & PUCHALT F.J. (2000): Identificación Antropológica y Policial Forense, Valencia - España - Edita Tirant Lo Blanch.

⁷² ALEMÁN (et al.) citado por VILLALAÍN Y PUCHALT (2000:168)

En 1998, Iscan (et al.)⁷³, publicaron resultados de una investigación en la que utilizan una muestra de 281 húmeros (87 chinos, 90 japoneses y 104 tailandeses) a los cuales les toman 6 medidas: largo máximo, diámetro vertical de la cabeza, diámetro mínimo y máximo diámetro diafisiales, circunferencia de la diáfisis y ancho bicondilar; para luego llevar a cabo un análisis discriminante, cuyas formulas generaron niveles de confianza significativos, 86,8% para los chinos, 92.4 % para japoneses y 91.1% para los tailandeses. Las dimensiones individuales más efectivas para determinar el sexo fueron el diámetro vertical de la cabeza del húmero para los chinos, con un nivel de confianza del 81% y la amplitud epicondilar en japoneses y tailandeses, con un nivel de confianza del 90 y 93% respectivamente. Ellos concluyeron que el húmero es un hueso a partir del cual se puede determinar el sexo en esas poblaciones y reiteran la idea de que aplicar formulas discriminantes de una población sobre otras -por más cercanas genéticamente que ellas sean- es inadecuado.

En 1999 M.Y. Iscan (et al.)⁷⁴ reportan su estudio de dimorfismo en húmero con sudafricanos, allí utilizaron una muestra de 104 huesos de individuos blancos y 88 de individuos negros de las colecciones Dart y Pretoria, a los cuales se les tomaron seis dimensiones humerales: diámetro de la cabeza, tuberosidad deltoide, circunferencia de la diáfisis, amplitud epicondilar, diámetro máximo de la diáfisis y diámetro mínimo de la diáfisis. Ellos establecieron que el diámetro de la cabeza y la amplitud epicondilar, fueron las secciones del hueso que mejor discriminaron el grupo caucasoide, mientras que el diámetro de la cabeza y el largo máximo lo fueron para el grupo negroide. Se

⁷³ ISCAN, M. Y.; LOTH, S. R.; KING, C. A.; SHIHAI, D. & YOSHINO, M. Sexual dimorphism in the humerus: A comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais. *Forensic Sci. Int.*, 1998:98:17-29.

⁷⁴ ISCAN, M.Y & STEYN, M. Osteometric Variation in the Humerus: Sexual Dimorphism in South Africans. *Forensic Science International*, 1999, Volume 6, Issue 2, pages 77-85.

estableció además, un porcentaje de clasificaciones correctas de 96% para caucasoides y de 95% para negroides, que los autores encontraron tan altos como los esperados para determinar el sexo con fémur o tibia.

En 2001 D. Díaz⁷⁵ analizó una muestra de 108 húmeros masculinos y 78 femeninos extraída de cadáveres de sexo conocido de una población de morgue en Bogotá. En dicho estudio se utilizaron las siguientes medidas:

1. Largo máximo = **LM**
2. Diámetro vertical de la cabeza = **DV**
3. Diámetro antero-posterior = **DAP**
4. Diámetro transversal = **DT**
5. Circunferencia mínima de la diáfisis = **CMD**
6. Amplitud epicondilar = **AE**

Las dimensiones fueron analizadas utilizando los métodos Stepwise y directo del análisis de función discriminante. En el estudio se determinó que las funciones más dimórficas del húmero son la amplitud epicondilar, el diámetro vertical de la cabeza y la circunferencia mínima de la diáfisis; se estableció además que las dimensiones más adecuadas para diagnosticar el sexo se encuentran en la porción distal del húmero, siendo su amplitud y circunferencia las más efectivas.

El estudio generó 7 fórmulas combinadas e individuales, útiles para determinar el sexo en un húmero completo o fragmentado. Todas las fórmulas ofrecen niveles de confianza que se encuentran entre el 96.7% al 90.4%; la precisión más alta fue la producida con el método Stepwise, con el 96.7%, la dimensión individual más efectiva utilizando el

⁷⁵ DIAZ G., D.M. Análisis Osteométrico de Dimorfismo Sexual en una Muestra de Húmeros de Población Colombiana Contemporánea de Morgue, en Revista Colombiana de Ciencias Forenses, Bogotá - Colombia, RCCF, 2002:Vol. 1:6-9

método directo, fue la amplitud epicondilar, con el 94.4%. Dependiendo del grado de preservación del húmero, pueden utilizarse las fórmulas que se muestran en la **Tabla N° 20**, multiplicando la medida que se requiera, por el factor correspondiente, luego se suman junto con la constante. Si el puntaje discriminante es mayor que el puntaje de corte, el hueso se clasifica como masculino, si es menor como femenino.

$(0.173 \times \text{AE}) + (0.136 \times \text{DV}) + (0.093 \times \text{CMD}) + (-21.528)$	Puntaje de corte: - 0.216
$(0.226 \times \text{AE}) + (0.174 \times \text{DV}) + (-20.650)$	Puntaje de corte: - 0.2056
$(0.148 \times \text{CMD}) + (0.254 \times \text{DV}) + (-20.004)$	Puntaje de corte: - 0.1985
$(0.237 \times \text{AE}) + (0.113 \times \text{CMD}) + (-20.504)$	Puntaje de corte: - 0.208
$(0.30 \times \text{AE}) + (-19.068)$	Puntaje de corte: - 0.1935
$(0.404 \times \text{DV}) + (-17.693)$	Puntaje de corte: - 0.172
$(0.267 \times \text{CMD}) + (-16.112)$	Puntaje de corte: - 0.1635

Tabla N° 20. Fórmulas discriminantes para establecer sexo a partir de medidas humerales en población colombiana (Ibíd.)

En 2010, Jiménez-Arenas⁷⁶ reporta los resultados de un estudio para establecer sexo a partir de húmero utilizando variables simples, la muestra estuvo conformada por 33 individuos femeninos y 40 masculinos, se evaluaron en total 8 dimensiones ubicadas en epífisis proximal, diáfisis y epífisis distal; así mismo, se midió la longitud total del hueso. El autor menciona en su artículo, que utilizando la prueba de Lubischew, cada una de las dimensiones utilizadas aportan, al menos, una variable con porcentajes de discriminación cercanos al 90%. Los resultados que presenta el autor en su artículo son los siguientes: El porcentaje de discriminación alcanzado por el conjunto de las variables humerales usando la prueba de Lubischew oscila entre el 85,1% para la longitud fisiológica y el 91% para el diámetro supero-inferior de la cabeza. Entre ambas

⁷⁶JIMÉNEZ-ARENAS, J.M. Discriminación de Sexo en una Población Medieval del Sur de la Península Ibérica Mediante el Uso de Variables Simples. *Int. J. Morphol.*, 28(3):667-672, 2010.

medidas se situarían la anchura biepicondilar (85,3%), los diámetros máximo (86,4%) y mínimo de la diáfisis (87,7%), la longitud máxima (88,1%), la anchura de la superficie articular (88,5%) y el diámetro antero-posterior de la cabeza (89,07%). Los análisis discriminantes por validación cruzada para variables simples, proporcionan resultados bastante similares a los anteriores, sin embargo, existen ciertas diferencias en cuanto al poder discriminador de cada una de las variables. Así, la que proporciona un mayor porcentaje de reclasificaciones correctas es la longitud fisiológica del húmero (90,8%) y la que menos, la anchura mínima en la mitad de la diáfisis del mismo (83,3%).

2.5.7 ESTUDIOS MÉTRICOS PARA DETERMINACIÓN SEXUAL A PARTIR DE RADIO Y CÚBITO

Berrizbeitia⁷⁷ realiza una investigación analizando una muestra de 1108 radios de individuos blancos y negros norteamericanos de la colección Terry del Instituto Smithsonian. Dicho estudio mostró que la cabeza del radio exhibía un alto grado de dimorfismo sexual. El método consiste en la medición del diámetro máximo y mínimo de la cabeza y su posterior comparación con unos puntajes de corte. Si los diámetros de la cabeza son menores o iguales a 21 mm, se trata de una mujer y si son de 24 mm o más, se trata de un hombre. La aplicación del método de validación cruzada para el estudio dio como resultado un 92 % de correcta determinación del sexo cuando se usó el radio izquierdo solamente, de 94% cuando se usó el radio derecho y de 96 % cuando se usaron los dos juntos.

⁷⁷ BERRIZBEITIA A. Sex determination with the head of the radius, Journal of Forensic Sciences International, V 34 N° 5 Sept. 1989.

En 2000, Trancho (et al.)⁷⁸ reportan los resultados de un estudio realizado con una muestra de 66 radios masculinos y 76 femeninos, utilizando formulas discriminantes; concluyendo que las áreas más dimórficas se encuentran en las epífisis proximales y distales, y en el diámetro mínimo diafisial.

En el año 2000, Robledo (et al.)⁷⁹ evaluaron métricamente 43 radios derechos femeninos, 28 derechos masculinos, 39 izquierdos femeninos y 26 izquierdos masculinos; procedentes de la colección ósea de la escuela de Medicina Legal y Forense de la Universidad Complutense de Madrid. En dicha muestra midieron el diámetro mayor y menor, y los datos fueron sometidos a análisis estadístico, tanto descriptivo, como discriminante. Ellos anotan que el sexo se determina en la muestra estudiada con 93% de fiabilidad a partir del diámetro mínimo de la cabeza del radio derecho, con 93% de fiabilidad con el diámetro máximo de la cabeza del radio derecho, con 95.3% midiendo el diámetro mínimo de la cabeza del radio izquierdo y con 93.8 % midiendo el diámetro máximo de la cabeza del radio izquierdo.

En 2005, Osman (et al.)⁸⁰ realizaron un estudio para determinar sexo y estatura en cubito y radio de individuos necropsiados en Estambul, Turquía. Se utilizó una muestra de 80 varones y 47 mujeres con un promedio de edad de 36 y 30 años, respectivamente. Se generaron funciones discriminantes para determinar el sexo las cuales arrojaron una exactitud del 96% de precisión.

⁷⁸ TRANCHO, G.J., LÓPEZ B., I., ROBLEDO, B., SÁNCHEZ, J.A. Diagnóstico sexual del radio mediante funciones discriminantes. En tendencias actuales de investigaciones en la antropología física española, 2000:165-172. Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.

⁷⁹ ROBLEDO A., M.D.M., SÁNCHEZ S., J.A., PUMAR M., M., LABAJO G., E. Determinación del sexo según el diámetro de la cabeza del radio. Revista de la Escuela de Medicina Legal, septiembre de 2007:43-51

⁸⁰ OSMAN CELBIS & HASAN AGRITMIS. Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample, Forensic Science International 2005.

Otro estudio para determinar sexo a partir de dimensiones de cabeza de radio es el de Singh (et al.)⁸¹, quienes examinaron una muestra de radios masculinos y femeninos de población caucásica y negroide (**Tabla N° 21**).

	BLANCOS	NEGROS
MASCULINO	> 23 mm	> 22 mm
FEMENINO	< 22 mm	< 21 mm

Tabla N° 21. Medidas del radio para estimar sexo a partir del diámetro de cabeza de radio

2.5.8 DIMORFISMO SEXUAL A PARTIR DE HÚMERO, RADIO Y CÚBITO-

En 2011 se reportan los resultados de un estudio⁸² diseñado para establecer si los tres huesos largos del brazo -húmero, radio y cúbito- pueden ser utilizados para establecer el sexo de un individuo. El material utilizado consistió de huesos del brazo de 204 individuos adultos (111 hombres y 93 mujeres) de la Colección de Esqueletos Humanos Modernos de la Universidad de Atenas. La longitud máxima y el ancho de las epífisis se midieron en los huesos largos de húmero, radio y cúbito. El análisis discriminante de los datos métricos de cada hueso generó precisiones de discriminación bastante altos. El índice de correcta discriminación sexual basado en función de los diferentes huesos largos, estuvo en rangos de 90.30% para cúbito y 95.70% para húmero. Los autores encontraron que las dimensiones evaluadas presentan mayores valores en individuos masculinos, que en femeninos, y concluyen que las características métricas de los huesos de los brazos sí pueden ser utilizadas para la determinación de sexo en restos

⁸¹ SINGH, G., SINGH, S.P., SINGHG. S. Identification of sex from the radius. J Indian Acad Forensic Sci, 1974:13:10-16. Citado por Krogman & Iscan 1986:229.

⁸² DROSIA CH., ELIOPOULUS C., VANNA V., KOILIAS C.K & MANOLIS S.K. Sexual Dimorphism of the Arm Bones in a Modern Greek Population, J. Forensic Sci, January 2011, Vol. 56 N° 1 doi: 10.1111/j.15556-4029.2010.01538.x

esqueletales de Grecia y que las dimensiones de los huesos son específicas de la población.

2.5.9 DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE DIMENSIONES DE HUESOS METACARPIANOS

Falsetti⁸³ utilizó una muestra de 202 individuos de la colección Terry, analizó cinco dimensiones de los metacarpos I al V: Longitud Articular **L.A.**, Amplitud **A-P**, Amplitud **M-L**, Amplitud Próximal **A.P.**, Amplitud Distal **A.D.**, para determinar el sexo utilizando el análisis de función discriminante (**Tabla N° 22**). Las fórmulas generadas para los dígitos II, IV y V mostraron un porcentaje de clasificaciones correctas que va desde 92.0 a 84.3%.

Los resultados muestran que el metacarpo del segundo dígito es el que mejor discrimina entre los sexos, con el 92.0% de confiabilidad, sin embargo, la comparación con los resultados del trabajo de Elkington y Scheuler (1993) en el que para el metacarpo I se reporta un porcentaje del 94% en el diagnóstico correcto del sexo, sugieren que las funciones deben aplicarse con precaución en otras poblaciones.

VARIABLES	DIGITO II	DIGITO IV	DIGITO V
Longitud articular L.A.	- 0.183	- 0.0418	- 0.004
Amplitud A-P	1.423	1.464	0.848
Amplitud M-L	0.573	- 0.416	0.17
Amplitud Próximal A.P.	1.84	0.981	1.22
Amplitud Distal A.D.	0.631	1.038	0.787
Constante	- 41.481	- 31.342	- 30.68
Porcentaje Correcto	92.0	86.26	84.37

Tabla N° 22. Funciones discriminantes para determinar el sexo a partir de huesos metacarpianos
Punto de corte = 0 Los valores mayores que cero indican pertenencia al sexo masculino y los menores que cero indican pertenencia al sexo femenino.

⁸³ FALSETTI ANTHONY B. Sex Assessment from Metacarpals of the human hand". Journal Forensic Sciences 1995: 40(5):774-776

Richard A. Lazenby en su trabajo "Identification of Sex from Metacarpals: Effect of Side Asymmetry" (1994:1188-1194), utilizando una muestra total de 351 metacarpos realizó un estudio de prueba para establecer si la asimetría bilateral de seis dimensiones osteométricas del segundo metacarpo tenía algún efecto sobre la correcta predicción del sexo, utilizando el modelo desarrollado por Scheuler y Elkington (1993). Lazenby encontró que la asimetría bilateral producto de la dominancia de uno de los lados tenía efecto sobre la correcta predicción del sexo cuando se utilizaba el segundo metacarpo.

En hombres el uso del metacarpo derecho permitió una mejor predicción del sexo, mientras que en mujeres los niveles fueron más altos utilizando los del lado izquierdo. No obstante, debe tenerse en cuenta que en este estudio solo se probó uno de los cinco metacarpos utilizados por Scheuler y Elkington para derivar la fórmula.

2.5.10 DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE DIMENSIONES DE CINTURA PÉLVICA

Kelley⁸⁴ realizó un estudio sobre 200 pelvis de individuos norteamericanos blancos y negros de la colección Hamann-Todd y de 200 indios norteamericanos de California. Él midió el diámetro vertical del acetábulo y la amplitud de la escotadura ciática mayor. Posteriormente él creó el índice acetabular / escotadura ciática, con el cual logró obtener una precisión en la determinación del sexo del 90% para cada uno de los grupos en estudio.

⁸⁴ KELLEY, MA, sex determination with fragmented skeletal remains. Journal of Forensic Sciences 1979 24, 154-158.

Schulter (et al.) realizaron un estudio⁸⁵ en la pelvis de 100 esqueletos pertenecientes a individuos blancos, tomando 5 medidas, de esas medidas se obtuvieron tres índices, de los cuales 2 demostraron ser buenos discriminadores sexuales: índice acetábulo/pubis y altura isquio-acetábulo. En el estudio estas dos medidas se utilizaron para derivar una función discriminante, cuyo porcentaje de precisión alcanzó el 98%. Utilizando solo el radio acetábulo/pubis, el porcentaje fue de 95%, y del 97% utilizando también altura isquio/acetábulo.

2.5.11 ESTUDIOS MÉTRICOS PARA DETERMINACIÓN SEXUAL A PARTIR DE FÉMUR

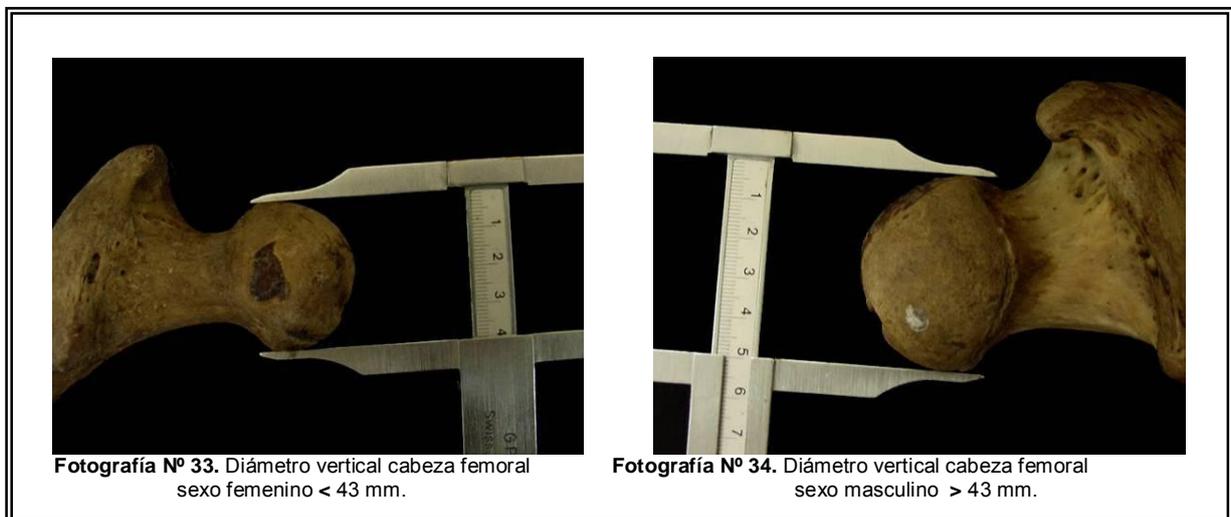
El fémur es uno de los huesos del esqueleto postcraneal que presenta amplias diferencias sexuales, tanto a nivel cualitativo, como cuantitativo; adicionalmente, una serie de variables métricas y morfológicas de esta estructura ósea permiten calcular con gran efectividad la talla que tenía el individuo en vida y permite también realizar una aproximación a su patrón ancestral. Como rasgos morfológicos característicos del fémur masculino, generalmente encontramos inserciones musculares óseas más marcadas, destacándose la línea áspera, que se localiza en región posterior de diáfisis. A nivel cuantitativo vemos que el diámetro de la cabeza femoral muestra valores superiores con respecto al femenino (**Fotografías N° 33 y 34**). En cuanto a medidas puntuales se refiere, encontramos que Pearson (1917)⁸⁶ propone las siguientes medidas para determinar el sexo de un individuo a partir de su fémur (**Tabla N° 23**):

⁸⁵ SCHULTER E. F.P., HAYEC LC & SCHMIDT D.J. Determination of Sex with a Discriminant Analysis of New Pelvic Bone Measurements: Journal of Forensic Sciences 1985, Part II V.30 N°1.

⁸⁶ PEARSON, K & BELL, J. The study of the long bones of the English skeletons -I- The Femur. In: Drapers' Co. Research Mem. University of London Chapters 1-4 Biometric Series X (1917/19). Citado por Reverte (1999:582).

	Femenino mm	Femenino? mm	Sexo?	Masculino? mm	Masculino mm
Diámetro vertical de la cabeza	41.5	41.5 - 43.5	43.5 - 44.5	44.5 - 45.5	+ 45.5
Longitud poplítea	106	106 - 114.5	114.5 - 132	132 - 145	+ 145
Anchura bicondilar	72	72 - 74	74 - 76	76 - 78	+ 78
Longitud Trocantérea oblicua	390	390 - 405	405 - 430	430 - 450	+ 450

Tabla Nº 23. Osteometría en fémur para determinar sexo según Pearson (1917)



Trancho (et al.)⁸⁷ realizaron una investigación en la que se analizó el dimorfismo sexual en una muestra de 132 fémures (72 mujeres 60 hombres) de una población española contemporánea perteneciente a la Universidad Complutense de Madrid - España. Se analizaron 5 dimensiones óseas: diámetro vertical de la cabeza, diámetro horizontal de la cabeza, diámetro antero-posterior, diámetro transversal y ancho epicondilar. Los resultados del trabajo mostraron que la superficie articular del fémur permite una determinación confiable del sexo de alrededor del 90%.

⁸⁷ TRANCHO, G.J., LÓPEZ B., I., ROBLEDO, B., SÁNCHEZ, J.A. Sexual determination of the femur using discriminant functions: Analysis of a spanish population of known sex and age. Journal of Forensic Sciences (1997)42(2):181-185.

Las diez fórmulas discriminantes generadas en éste estudio están entre un rango del 84% al 99% de confiabilidad (**Tabla N° 24**). Las funciones que tuvieron una mayor correspondencia entre el sexo real y el sexo estimado fueron aquellas que incluyeron dimensiones de las epífisis, particularmente de la sección distal. Los autores plantean limitaciones en el uso de las fórmulas, entre las que se cuentan la edad de los individuos y la efectividad de las mismas sobre muestras poblacionales diferentes a las que les dieron origen. Los resultados de este trabajo también permiten determinar el sexo en huesos fragmentados. Los individuos con un puntaje discriminante mayor que el puntaje de corte son clasificados como masculinos, los menores, como femeninos y los que son iguales, indeterminados.

FUNCIONES	FUNCIONES DISCRIMINANTES	PUNTAJE DE CORTE
FUNCION 1	0.4572 x Diámetro vertical - 20.1776	0
FUNCION 2	0.4681 x Diámetro horizontal - 20.3496	0
FUNCION 3	0.4792 x Diámetro antero-posterior subtrocanterico - 12.3172	0
FUNCION 4	0.5017 x Diámetro transverso subtrocanterico- 14.7629	0
FUNCION 5	0.3757 x Ancho epifisial - 28.4475	0
FUNCION 6	0.1395 x Diámetro vertical de la cabeza + 0.3341 x ancho epifisial - 31.4207	0
FUNCION 7	0.1847 x Diámetro horizontal de la cabeza + 0.3004 x ancho epifisial - 30.7075	0
FUNCION 8	0.1186 x Diámetro antero-posterior subtrocanterico + 0.3356 x ancho epifisial - 28.4691	0
FUNCION 9	0.3652 x Diámetro vertical de la cabeza + 0.2161 x diámetro antero-posterior subtrocanterico - 21.6439	0
FUNCION 10	0.2186 x diámetro transverso subtrocanterico + 0.3890 x diámetro antero-posterior subtrocanterico - 16.4310	0

Tabla N° 24. Funciones discriminantes para determinar sexo a partir de medidas de fémur

Steyn e Iscan⁸⁸ desarrollaron un estudio en población blanca surafricana utilizando una muestra de fémures y tibias de 56 hombres y 50 mujeres adultos para determinar sexo. Realizaron el análisis discriminante de 6 medidas femorales y 6 tibiales, concluyendo que las medidas distales son las que mejor discriminan el sexo. Las formulas que se

⁸⁸ ISCAN, MY & STEYN M. Sex Determination From The Femur and Tibia In South African Whites. Journal of Forensic Sciences. 1987 90:111-119.

generaron mostraron un porcentaje de precisión mayor en mujeres que en hombres y su rango estuvo entre el 86% al 91%.

2.5.12 ESTUDIOS MÉTRICOS PARA DETERMINACIÓN SEXUAL A PARTIR DE TIBIA

Diferentes estudios sobre huesos largos como la tibia indican que el dimorfismo sexual puede ser establecido a partir de las medidas de su circunferencia y amplitud, más que por las medidas de longitud y diámetro.

La principal premisa en esta variación sexual puede ser justificada en las diferencias asociadas a características como tamaño, robustez y proporciones de los huesos entre sexos; de igual forma, la tibia se ve regularmente afectada por una gran tensión a lo largo de la vida del individuo. Reverte (1999:584) menciona que las tibias menores de 320 mm de longitud son femeninas y las superiores de 380 mm masculinas; la zona comprendida entre 320 mm y 380 mm son de sexo dudoso.

Iskan (et al.)⁸⁹ desarrollaron un trabajo en el que se examinaron 159 tibias de una población de negros y blancos de ambos sexos. Se analizaron 7 dimensiones y se estableció que la epífisis proximal era el área más discriminante, tanto para el grupo de individuos blancos como negros. La determinación del sexo alcanzó un nivel de confianza de 87% para la población blanca y de 90% para la población negra.

El estudio mostró que la precisión fue mucho mayor en individuos negros que en blancos, por lo cual se sugirió que la determinación de sexo debía tomar en

⁸⁹ ISCAN M.Y. & MILLER P. 1984. Discriminant Function Sexing of the Tibia. Journal of Forensic Science. Vol 29, N° 4 oct. 1984:1087-1093.

consideración las diferencias sexuales asociadas a la edad, la actividad física, y la filiación racial de la población.

Kirici (et al.)⁹⁰ realizaron un estudio utilizando una muestra de población Turca de 55 tibias izquierdas y derechas que fueron seleccionadas al azar de cadáveres de individuos adultos con edades entre los 25 a 68 años, a los cuales se les tomaron medidas de la región distal y proximal del hueso. Los resultados indicaron una precisión en la determinación del sexo de 89% para la tibia derecha y 87% en tibia izquierda. Esto señala una mínima diferencia entre los lados. Se concluyó que las dimensiones distales y proximales son eficaces para determinar el sexo en dicha población.

González (et al.)⁹¹ desarrollaron un estudio a fin de definir estándares aprovechables para determinar el sexo de individuos prehispánicos de las Islas Canarias a partir de restos de esqueletos. La información osteométrica de la tibia derecha fue obtenida de 59 esqueletos de la Gran Canaria provenientes del Museo Canario (Las Palmas), 45 hombres y 14 mujeres. Las funciones obtenidas tuvieron óptimos valores de confiabilidad que se encuentran entre el 94.9% a 98.3%.

S. Correa⁹² analizó una muestra de 105 tibias izquierdas, procedentes de 53 hombres y 52 mujeres colombianos identificados que ingresaron a la sala de necropsias del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Bogotá, Colombia. Los objetivos de esta investigación consistieron en seleccionar las medidas sexuales más dimórficas en

⁹⁰ KIRICI, Y. & OZAN, H.. Determination of Sex From the Tibia of adult Turkish Cadavers. *Gulhane Military Medical*. 1999:74:537-543.

⁹¹ GONZÁLEZ, E., VELASCO, J., DE LA ROSA, M.. Sex Determination by Discriminat Function Analysis of the Right Tibia in the Prehispanic Population of the Canary Islands. *Journal Forensic Science* 2000. 108:165 - 725.

⁹² CORREA, N.S. Determinación de Sexo a Partir del Análisis Métrico y Discriminante en una Muestra de Tibias en la población Local de Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Forenses, RCCF*, 2002:1(1):4-9

las tibias que integraban la muestra y proporcionar fórmulas matemáticas que permitieran determinar el sexo a partir de este hueso en población colombiana, ya que hasta el momento no se han reportado estudios similares. Para desarrollar el cálculo propuesto por Correa, se multiplica cada dimensión por su respectivo coeficiente sin estandarizar y finalmente se suman junto con la constante. El resultado de este cálculo se compara entonces con el puntaje de corte para establecer a que sexo pertenece la tibia que se analiza.

Las variables que se deben utilizar para determinar sexo con el estudio de Correa a partir de medidas de tibia en población colombiana se pueden observar en la **Tabla Nº 25** y las fórmulas discriminantes en la **Tabla Nº 26**.

- Longitud Máxima (**L.M**): Tomada desde la superficie más alta del cóndilo lateral a la extensión más distal del maléolo medial.
- Circunferencia Epifisial Proximal (**C.E.P.**): Distancia máxima obtenida alrededor de los cóndilos.
- Circunferencia Epifisial Distal (**C.E.D.**): Distancia máxima obtenida alrededor del cóndilo lateral.
- Diámetro Anteroposterior (**D.A.P.**): Máxima medida anteroposterior, tomada a la altura del agujero nutricio.
- Circunferencia a Nivel del Agujero Nutricio (**C.A.N.**): Circunferencia máxima obtenida a la altura del agujero nutricio.
- Circunferencia Mínima (**C.M.**): Usualmente se localiza en la porción distal de la diáfisis y se localiza en el punto mínimo.
- Diámetro Medio Lateral Máximo (D.M.L.M): Medida máxima medio lateral, obtenida al nivel del agujero nutricio, perpendicular al eje del hueso

Tabla Nº 25. Variables utilizadas para determinar sexo a partir de tibia en población colombiana (Correa 2002).

SEXO= (CEP x 0.57)+(CED x 0.61)+ (-20.124)	P.C= -0.00135
SEXO= (CEP x 0.043)+(CAN x 0.119)+ (-19.458)	P.C= -0.0155
SEXO= (CED x 0.64)+(CAN x 0.135)+ (-21.054)	P.C= -0.0165
SEXO= (CEP x 0.79)+ (-16.251)	P.C= -0.0115
SEXO= (CED x 0.110)+ (-19.458)	P.C= -0.0100
SEXO= (CAN x 0.168)+ (-15.154)	P.C= -0.0135

Tabla 26. Fórmulas discriminantes para determinar sexo a partir de tibia en población colombiana⁹³.

De otro lado, investigaciones realizadas por Iscan⁹⁴, González (et al.)⁹⁵, muestran que las dimensiones tomadas en las epífisis de los huesos largos presentan una

⁹³ Ibíd.

⁹⁴ ISCAN M.Y. Rise of Forensic Anthropology. American Journal of Physical Anthropology, 1998, Volume 31, Issue: S9, pp. 203-229

reciprocidad más alta entre el sexo real y el estimado, más que las dimensiones diafisiales. Esto se refleja en los resultados de la investigación de Correa, en que las secciones del hueso más dimórficas incluyeron las variables C.E.D. y C.A.N. La explicación de dicho comportamiento puede radicar en la influencia directa de aspectos genéticos, ambientales y culturales de actividad biomecánica, que pueden estar relacionados con el crecimiento y desarrollo de la tibia.

Reverte (1999:584) menciona que las tibias menores de 320 mm de longitud son femeninas y las superiores de 380 mm masculinas, la zona comprendida entre 320 mm y 380 mm son de sexo dudoso; no obstante, consideramos estas medidas deben ser tenidas en cuenta con mucha precaución, debido a la variabilidad estatural de las poblaciones.

2.5.13 ESTUDIOS MÉTRICOS PARA DETERMINACIÓN SEXUAL A PARTIR DE TALO Y CALCÁNEO

Steele⁹⁶ realizó un trabajo utilizando el Talo y el Calcáneo de una muestra de 120 huesos de individuos blancos. Se analizaron cinco dimensiones y se generaron 5 formulas cuya precisión estuvo entre el 79 al 89 % con los dos huesos. El estudio concluyo para la muestra que el talo era un buen discriminador sexual. No así con el calcáneo tomado individualmente, ya que con la formula 1 este obtuvo una precisión en la determinación del sexo de 79%.

⁹⁵ GONZÁLEZ E., VELAZCO J, DE LA ROSA M. Sex determination by discriminant function analysis of the right tibia in the prehispanic population of the Canary Islands. *Forensic Sciences International*; 2000, 108: 165-172.

⁹⁶ STEELE, C. The Estimation of Sex on the Basis of The talus and Calcaneus. *American Journal Physical Anthropology* 1976 45:581 - 588.

Mubarak (et al.)⁹⁷ evaluaron una muestra de 53 hombres y 60 mujeres de población blanca surafricana, provenientes de la colección Raymond Dart de la universidad de Witwa-tersrand en Johannesburgo, para determinar el grado de dimorfismo sexual del calcáneo. La precisión alcanzada por las formulas fue de 73% a 92%, concluyendo que el calcáneo es útil para determinar el sexo en población surafricana, dado el dimorfismo encontrado en cada una de las 9 medidas.

En 2004 Bidmos (et al.)⁹⁸ evaluaron una muestra de 120 individuos de población negra surafricana, para establecer el grado de dimorfismo sexual del talo en una muestra procedente de la colección Raymond Dart de la universidad Witwa-tersrand en Johannesburgo. La precisión alcanzada fue de 80 a 89%, concluyendo que el talo es útil para determinar el sexo en población surafricana. El estudio concluye al igual que la mayoría de estudios similares, que existen diferencias osteométricas entre las poblaciones y que las ecuaciones de función discriminante son para poblaciones específicas.

2.5.14 ESTIMACIÓN DE SEXO A PARTIR DEL PRIMER METATARSIANO

En 2003 Fernández (et al.)⁹⁹ reportan los resultados de un estudio que evaluó 27 variables (22 lineares y 5 angulares) en una muestra conformada por 47 primeros metatarsianos procedentes de miembros amputados de quienes se conocían sus datos biográficos. Estos investigadores señalan que: el análisis univariante mostró diferencias

⁹⁷ MUBARAK A.B.& ASALA S.A. Discriminant Function Sexing of the Calcaneus of the South African Whites. J Forensic Sciences, November 2003, Vol. 48, No. 6

⁹⁸ BIDMOS M.A.& DAYAL, R.M. Further Evidence to Show Population Specificity of Discriminant Function Equations for Sex Determination Using the Talus of South African Blacks Journal Forensic Sciences, November 2004, Vol. 49, No. 6.

⁹⁹ FERNÁNDEZ C., F.J. MONREAL R., D.G., HERNÁNDEZ F., L.M., SÁNCHEZ S., J.A., CARTAGENA P., J.M. Estimación del sexo mediante el primer metatarsiano, en Nuevas Perspectivas del Diagnóstico Diferencial en Paleopatología, Actas del VII Congreso Nacional de Paleopatología, Mahón-Menorca, 02 al 05 de Octubre de 2003:443-454.

de medias significativas en 19 medidas lineales -con valores mayores en los metatarsianos procedentes de individuos masculinos- y 1 ángulo -mayor en los femeninos-. El análisis discriminante paso a paso de Fisher proporcionó una función discriminante óptima que con solo 3 variables identificó el sexo correctamente en el 89.4% de los casos, tanto originales, como de validación cruzada: longitud total del metatarsiano (**mlt**), anchura mediodiafisaria (**manmd**) y distancia del foramen nutricio a la cara dorsal de la diáfisis.

Los autores del estudio precisan que a diferencia de Smith¹⁰⁰, ellos proponen fórmulas discriminantes a partir de huesos aislados, debido a que en contextos forenses es difícil localizar los pequeños huesos del pie.

2.5.15 DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE VÉRTEBRAS

A diferencia de la amplia gama mundial existente de estudios cualitativos y cuantitativos para determinar el sexo en un individuo a partir de sus estructuras óseas, las vértebras no han gozado de la misma popularidad; ya que los estudios reportados hasta el momento son limitados, solo 6 hasta el presente año (se citarán en párrafos posteriores); adicionalmente, parte de investigaciones se han realizado sobre medición de dimensiones del atlas o primera vértebra cervical, seguidos de uno con Axis o segunda vértebra, uno en España examinando séptima vértebra dorsal y finalmente un único estudio con décimo segunda vértebra dorsal realizado en Corea en 2008.

Los escasos trabajos desarrollados hasta ahora sobre discriminación sexual en vértebras han sido de poco valor práctico, dado su empirismo, en múltiples ocasiones, y

¹⁰⁰ SMITH, S.L. Attribution of foot bones to sex and population groups. J. Forensic Sci. 1997, 42(2):186-195.

la ausencia de datos estadísticos de su fiabilidad, de modo constante. Prácticamente solo hay trabajos dedicados al atlas, para el resto de las vértebras los autores se conforman en expresar conceptos generales y lugares comunes sin valor real -más robustez, mayor tamaño, etc.- y sin aportar valoración métrica, ni comprobación estadística, o hacen caso omiso de ellas¹⁰¹.

A continuación y a manera de compendio, haremos breve mención de las investigaciones y resultados obtenidos con las investigaciones citadas:

El índice de Baudoin¹⁰² es quizás el primer estudio reportado que utilizó el Atlas para obtener datos matemáticos sobre el sexo de un individuo. Esta investigación generó el llamado Índice de Baudoin, el cual es mostrado de la siguiente forma:

$$100 \times \frac{\text{Diámetro transverso máximo} - \text{Diámetro transverso del canal raquídeo}}{\text{Diámetro transverso máximo}}$$

El índice de Baudoin señala que los individuos masculinos presentan una anchura mayor del atlas en comparación con la anchura de los individuos femeninos, pero que este fenómeno no se debe a un mayor diámetro del canal medular, sino al mayor espesor de las apófisis transversas; de otro lado, señala que existen diferencias métricas en el diámetro anteroposterior, 43-58.8 mm para individuos masculinos y 43-45.3 mm para femeninos, sin embargo, consideramos que el valor medio de dicho diámetro para los individuos femeninos se puede convertir en un verdadero problema

¹⁰¹ DEL RÍO MUÑOZ P.A., SÁNCHEZ SÁNCHEZ J.A. Discriminación Sexual en la Séptima Vértebra Cervical Mediante el Análisis de Imagen. Revista Española de Medicina Legal 1997; XXI(80-81):49-54

¹⁰² Citado por Reverte Coma, 1999:586, no obstante, en este texto no se cita el año de publicación o referencia bibliográfica del estudio de Baudoin, solamente sus resultados

para la interpretación del sexo, ya que fácilmente se solapa entre los valores más bajos de los masculinos, es decir, una vértebra de sexo desconocido que presente un valor de 45 mm para su diámetro anteroposterior, podría ser diagnosticada como femenina o quizás, como un individuo masculino no tan robusto. También señala que el tubérculo del arco anterior y posterior se encuentran más desarrollados y son más prominentes en la primera vértebra cervical masculina, que en la femenina.

En 1995 se reporta el estudio “Estimación de Sexo Usando la Primera Vértebra Cervical”¹⁰³, allí se señala que la superficie articular y el área del foramen vertebral de la primera vértebra cervical son sexualmente dimórficos y pueden usarse para determinar el sexo de individuos completos o fragmentados. En esta investigación se tomaron ocho medidas de las regiones articular (superior e inferior) de 100 primeras vértebras cervicales pertenecientes a la Colección Terry del Instituto Smithsonian.

Siete regresiones y siete fórmulas discriminantes fueron creadas, las ecuaciones permiten predecir el sexo con 77-85% y 75-85% de exactitud, respectivamente. En pruebas de control separadas, fueron medidas 100 vértebras cervicales de los individuos de la colección Hamann Todd (Museo de Historia Natural de Cleveland) y 34 individuos arqueológicos con la Colección Terry. Las muestras examinadas fueron sexadas con un 60% a 85% de precisión.

En 1997 se reporta una investigación en España que utilizó la séptima vértebra cervical¹⁰⁴ utilizando la técnica de análisis de imagen por ordenador para la toma de las respectivas dimensiones. Según los autores, se decidió realizar el estudio con la

¹⁰³ MARINO E.A. Sex Estimation Using the First Cervical Vertebra. American journal of Physical Anthropology, 1995; 97(2)127-133.

¹⁰⁴ P.A. DEL RÍO MUÑOZ, J.A. SÁNCHEZ. Discriminación Sexual en la Séptima Vértebra Cervical Mediante el Análisis de Imagen. Revista Española de Medicina Legal 1997; XXI(80-81):49-54

séptima vértebra cervical dado que es fácil de identificar y que posee unas características que la hacen única e inconfundible, ellos resaltan por ejemplo que las apófisis transversas son más largas que las de las otras vértebras y, más significativamente, unituberculadas; el agujero transverso es más pequeño; las láminas son más altas que en el resto de las cervicales; y, fundamentalmente, que la apófisis espinosa es muy larga, saliente y unituberculada, lo que la ha hecho que se la llame *vértebra prominens*, es decir, plantean los autores, que no hay duda alguna en que esta vértebra se confunda con las demás cervicales y mucho menos con las dorsales.

Dicho estudio valoró estadísticamente 32 medidas, cuyos resultados muestran que esta estructura ósea es adecuada para realizar la discriminación sexual, y que el diámetro mínimo de la misma es el valor más significativo para establecer si la vértebra examinada procede de un individuo femenino o uno masculino, con un grado de confianza del 90.7%. Adicionalmente los autores proponen que el análisis de imagen es el método más indicado para tal fin.

En 2000 se realizó en España un estudio cuantitativo utilizando primera vértebra cervical, el cual utiliza la técnica de análisis de imagen por ordenador. Dicha investigación fue titulada "Determinación del Sexo Mediante Análisis de Imagen del Atlas"¹⁰⁵. En dicho estudio se valoraron estadísticamente 32 parámetros, comprobándose que el área de la estructura ósea es el más significativo para la primera vértebra cervical, mostrando un alto índice de confianza. La muestra estuvo conformada por 59 primeras vértebras de edad y sexo conocido, 31 individuos femeninos y 28 masculinos adultos.

¹⁰⁵ DEL RÍO M., P.A., J.A. SÁNCHEZ Y J.L. PRIETO, Cuadernos de Medicina Forense N° 22 - Octubre 2000 p.p. 45-52.

Los autores mencionan en su reporte las siguientes conclusiones (Ibíd.:52):

- Parece evidente que el análisis de imagen es un proceso fácilmente estandarizable y reproducible, y que permite la determinación sexual en el atlas con mayor seguridad y fiabilidad que los métodos métricos tradicionales.
- Resulta claro que el indicador fundamental del sexo en el atlas es la estructura ósea, no el agujero vertebral, ni mucho menos ninguno de los agujeros transversos. Se puede concluir, por tanto, que el atlas del varón es más robusto, mientras que la mujer presenta un atlas más grácil.
- De todas las medidas realizadas el área de la estructura ósea es la más significativa, permitiendo determinar el sexo con una fiabilidad del 82%, y que con ese porcentaje de confianza, hemos establecido el punto de corte de la función discriminante en un valor de dicha área de 1.359 mm², por encima del cual el atlas será asignado a varón, y por debajo del mismo a mujer.

En 2000 existe un reporte de una investigación norteamericana titulada Variación del sexo en Segunda Vértebra Cervical¹⁰⁶. En este estudio se utilizaron 8 dimensiones de la segunda vértebra cervical o axis de 400 individuos de la colección Hamann Todd, la muestra estuvo conformada por 200 hombres blancos y negros y 200 mujeres blancas y negras.

El estudio muestra que no hay diferencias significativas entre el dimorfismo sexual de blancos y negros, no obstante, se observó que la media de las medidas obtenidas para

¹⁰⁶ WESCOTT, D.J. Sex Variation in the Second Cervical Vertebra. J. Forensic Sciences 2000:45(2)462-466.

hombres y mujeres blancas, es mayor que la media de medidas para hombres y mujeres negros. Las funciones discriminantes fueron desarrolladas utilizando variables seleccionadas por el procedimiento Stepwise, el reporte muestra cinco fórmulas discriminantes que ofrecen un 81% a 83% de precisión; en general las variables más dimórficas son XSL (Longitud Máxima Sagital) y SFS (Diámetro Sagital de la Faceta Superior o Carilla Articular Superior), las cuales muestran adicionalmente, el más bajo error interobservador.

Esta investigación señaló que las fórmulas discriminantes provienen de la mezcla de los grupos examinados en lo referente a patrón racial, es decir, que a pesar que se conocía el ancestro de los individuos, este no fue tenido en cuenta como variable para el análisis, pues a pesar que se hubiera podido llevar a cabo, ello no sería de gran utilidad, especialmente porque en la práctica, los casos muy fragmentados impiden determinar con exactitud el patrón racial.

Finalmente, en 2008 se reporta un estudio¹⁰⁷ realizado en población Coreana que utilizó décimo segunda vértebra dorsal; 35 mediciones lineales y dos radios se obtuvieron a partir de 102 especímenes obtenidos de la “Base Digital de Datos del Instituto Coreano de Anatomía Aplicada”. De los 35 rasgos lineales examinados, 23 fueron sexualmente dimórficos. Se crearon 23 funciones discriminantes que predicen el sexo con 62.7% a 85.3% de precisión. El análisis mediante la combinación de dos factores generó mayor precisión: la mayoría de las ecuaciones presentan una precisión superior al 80% e incluyen al menos una medición relacionada con el diámetro de la corona de la placa

¹⁰⁷ SHENG-BO YU., U-YOUNG LEE, DAI-SOON KWAK., YONG-WOO AHN, CHANG-ZHU JIN, JIE ZHAO, HONG-JIN SUI, SEUNG-HO HAN. Determination of Sex for the 12th Thoracic Vertebra by Morphometry of Three-dimensional Reconstructed Vertebral Models. J. Forensic Sciences 2008:53(3)620-625

terminal vertebral. Utilizando el método Stepwise de análisis de función discriminante, tres variables predicen el sexo con 90,0% de precisión: (1) el diámetro coronal de la superficie superior del cuerpo vertebral, (2) el radio anterior de la altura media del cuerpo, y (3) la longitud del proceso mamilar y pedículo izquierdos. La dimensión coronal del cuerpo vertebral representa la diferencia sexual más importante. Según los autores, estas ecuaciones son aplicables a la discriminación sexual utilizando T12 en cadáveres coreanos.

2.5.16 ESTIMACIÓN DE SEXO EN FETOS E INDIVIDUOS INFANTILES A PARTIR DE DIAGNÓSTICO CUANTITATIVO EN HUESO COXAL

Weaver en 1980¹⁰⁸ estudió el ilion de restos óseos fetales e infantiles (procedentes de la colección ósea del Instituto Smithsonian) de sexo, raza y edad conocidos. Este investigador plantea que la determinación del sexo en restos infantiles se puede llevar a cabo teniendo en cuenta criterios similares a los utilizados en individuos adultos.

Para el estudio tomó las siguientes medidas: anchura y profundidad de la escotadura ciática, longitud anterior del ilion, longitud posterior del ilion, altura del ilion y anchura ilíaca; además encontró que existían diferencias en la superficie auricular.

A partir de las citadas medidas calculó los índices anotados en las **Tablas N° 27, 28 y 29**:

¹⁰⁸ WEAVER, D.S. Sex Differences in the Iliac of a Known Sex and Age Sample of Fetal and Infant Skeletons. American Journal of Physical Anthropology, 1980 (52):191-195. Citado por Polo C. M. en Memorias Curso Internacional de Antropología Forense (2003).

$$\text{Índice de la apertura isquiática} = \frac{\text{Profundidad isquiática}}{\text{Anchura isquiática}} \times 100$$

Tabla Nº 27. Índice apertura isquiática de Weaver (1980)¹⁰⁹

$$\text{Índice Chilotico} = \frac{\text{Altura posterior del ílion}}{\text{Altura anterior del ílion}} \times 100$$

Tabla Nº 28. Índice Chilotico de Weaver (1980)¹¹⁰

$$\text{Índice de anchura ilíaca} = \frac{\text{Anchura ilíaca}}{\text{Altura ilíaca}} \times 100$$

Tabla Nº 29. Índice Anchura Iliaca de Weaver (1980)¹¹¹

Los valores de los anteriores índices se muestran en las **Tablas Nº 30 y 31:**

Rangos de edad	Índice Apertura ciática	Índice Chilotico	Índice Anchura ilíaca					
		n	media	D.S.	Media	D.S.	media	D.S.
Fetos (6-8 meses)	Femenino	24	31,20	6,14	55,65	9,42	116,4	5,46
	Masculino	24	32,94	9,54	60,03	13,14	116,5	6,60
Recién nacidos (0-1 mes)	Femenino	24	31,63	7,88	50,47	12,17	116,8	4,26
	Masculino	26	31,32	5,49	55,49	11,40	117,0	4,46
3-6 meses	Femenino	23	32,72	6,82	48,98	10,96	114,7	3,27
	Masculino	32	32,20	5,73	53,43	8,80	117,7	4,67

Tabla Nº 30. Valores Índices de Weaver (1980).¹¹²

Grupos de edad		n	Elevada	No elevada	% acierto
Fetos (6-8 meses)	Femenino	24	18	6	75,0
	Masculino	24	2	22	91,7
Recién nacidos (0-1 mes)	Femenino	24	13	11	54,2
	Masculino	24	7	19	73,1
3-6 meses	Femenino	23	10	13	43,5
	Masculino	32	3	29	90,6

Tabla Nº 31. Determinación del sexo a partir de la superficie auricular Weaver (1980).¹¹³

¹⁰⁹ Ibíd.

¹¹⁰ Ibíd.

¹¹¹ Ibíd.

¹¹² Ibíd.

¹¹³ Ibíd.

Weaver (1980) citado por Polo C. (2003)¹¹⁴, sometió los resultados a análisis estadístico, encontrando que el índice de anchura ilíaca era un buen discriminante sexual para el grupo de edad de tres a seis meses. La elevación de la superficie auricular también resultó ser un parámetro válido para diagnosticar el sexo en el mismo grupo de edad (con una fiabilidad del 90,6% en el sexo masculino). En el grupo de fetos, la forma de la superficie auricular también es útil para establecer el sexo masculino.

2.5.17. DETERMINACIÓN DE SEXO A PARTIR DE ESTRUCTURAS DENTALES

El tejido dental es uno de los elementos más valiosos para el antropólogo y para el investigador forense cuando se trata de caracterizar individuos, poblaciones vivas o desaparecidas, ya que posee un reconocido carácter informativo, y además es el componente del esqueleto que más resiste a la descomposición¹¹⁵.

El diagnóstico del sexo de cadáveres a partir de estructuras dentales es una técnica relativamente antigua, uno de los primeros reportes, posiblemente el primero, es el de Amoedo¹¹⁶, quien examinando los diámetros transversales de los incisivos centrales y laterales, asignó unos valores determinados para cada sexo, concluyendo que existe una diferencia a favor del varón. Posteriormente aparecen nuevos estudios cuya metodología en general, ha estado basada en estimaciones del sexo a partir de cálculos métricos o mediciones con calibres manuales y digitales que examinan longitudes y diámetros.

¹¹⁴ *Ibíd.*

¹¹⁵ POLANCO N., H. Aproximación a la antropología dental, en. *Odontología Forense* (1995:51).

¹¹⁶ AMOEDO O. *L'Art Dentaire en Médecine Légale*, París, Francia. 1988

Las citadas metodologías de diagnóstico sexual a partir de dientes, se basan en el principio de dimorfismo sexual existente en la especie humana, que por ende, también compromete estructuras dentales, es decir, que los dientes de individuos masculinos son de mayor tamaño que los femeninos. La mayoría de estos estudios han medido el diámetro de la corona¹¹⁷ o el grosor de la dentina y el esmalte¹¹⁸, y utilizan distintas fórmulas e índices para estimar el sexo.

Alt y colaboradores¹¹⁹, estudiaron la longitud radicular y el diámetro del cuello dentario en una muestra de 166 individuos provenientes de un enterramiento antiguo medieval de Eichstetten (sur de Alemania). Ellos realizaron un análisis de correlación para confirmar o descartar la posible interrelación de las citadas variables dentales, encontrando que fue posible establecer el sexo de 68 de los 166 individuos y que sus resultados coinciden en buena parte con la estimación del sexo “tradicional” que se había hecho con antelación. Finalmente recomiendan que para establecer el sexo a partir de estructuras dentales, los exámenes deben utilizar primer premolar superior y preferiblemente canino; igualmente señalan que el diámetro del cuello dental resulta ser más útil que el diámetro de la corona reportado en otros estudios.

Diversos autores han encontrado que los caninos son posiblemente las estructuras más dimórficas en la especie humana, entre ellos podemos citar a Rodríguez¹²⁰, quien afirma que la mayor diferencia en el diámetro mesodistal de los dientes se aprecia en los caninos inferiores, con un 6,4%; la menor, en los incisivos centrales inferiores, con

¹¹⁷ TESCHLER-NICOLA M. (1992). Sexual dimorphism of tooth crown diameters. A contribution to the determination of sex subadult individuals from the early bronze age graveyard of Franzhausen I, lower

¹¹⁸ STROUD JL, BUSCHANG PH, GOAZ PW. (1994). Sexual dimorphism in mesiodistal dentin and enamel thickness. Dentomaxillofac Radiol. Aug;23 (3):169-71.

¹¹⁹ ALT K.W., RIEMENSBERGER B., VACH W. & KREKELER G. (1998). Tooth root length and tooth neck diameter as indicators in sex determination of human teeth. Anthropol Anz. 56(2):131-1.

¹²⁰ RODRÍGUEZ, J.V. La Identificación Humana en Colombia -Avances y Perspectivas- 2011:126-127

tan solo un 1.3%. De otro lado, Pettenati-Soubayroux (et al.)¹²¹, señalan algo similar en su estudio sobre dimorfismo sexual dental, mencionan que existe una diferencia significativa en las medidas mesodistales coronales del canino inferior, comprobando estadísticamente que es una de las estructuras dentales humanas más dimórficas.

Al comparar los estudios odontométricos realizados en varias poblaciones colombianas contemporáneas (Álvarez¹²²; Evan¹²³; Gómez¹²⁴; Vargas¹²⁵; Rodríguez¹²⁶), Rodríguez¹²⁷ encontró que la totalidad de dimensiones dentales del grupo masculino prehispánico colombiano, a excepción de I1 e I2, son mayores que las de los grupos masculinos actuales examinados en los estudios citados anteriormente, y que el tamaño dental femenino prehispánico se aproxima al grupo masculino contemporáneo.

En 2009, Casas (et al.)¹²⁸ reportan los resultados de una investigación que buscaba verificar la validez predictiva de la técnica propuesta por Mesa (et al.)¹²⁹ para establecer sexo por odontometría en canino inferior; la muestra examinada fue de 98 caninos inferiores extraídos de cadáveres ingresados a sala de necropsias en la ciudad de

¹²¹ PETTENATI-SOUBAYROUX I, SIGNOLI M. & DUTOUR, O. Sexual dimorphism in teeth: discriminatory effectiveness of permanent lower canine size observed in a XVIIIth century osteological series. *Forensic Sci. Int.*, 2002, 126(3):227-32.

¹²² ÁLVAREZ, B. (2002). Dimorfismo sexual a partir de la odontometría y morfología de la corona del canino superior permanente en una población colombiana. Bogotá, monografía de grado, Especialización en Antropología Forense, citado por Rodríguez, J.V. en *La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas-* (2011:127).

¹²³ EVAN, J.R. (1994). Determinación de sexo mediante análisis discriminatorio de arcos dentales, a partir de modelos de una muestra de adolescentes en Bogotá. Tesis Posgrado de Ortodoncia, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia; citado por Rodríguez, J.V. en *La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas-* (2011:127).

¹²⁴ GÓMEZ H., L. (2002). Determinación del sexo a partir de odontometría de canino superior izquierdo en población mestiza colombiana contemporánea de sala de necropsias. Tesis de posgrado en odontología legal y forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

¹²⁵ VARGAS, M.C. (2008). Variación morfológica y odontométrica de la población colombiana. Disertación doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina; citado por Rodríguez, J.V. en *La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas-* (2011:127).

¹²⁶ RODRÍGUEZ C., J.V. (2003). Dientes y diversidad humana: avances de la antropología dental. Bogotá, Editorial Guadalupe.

¹²⁷ *Ibid.* 127

¹²⁸ CASAS M., J.A., PINZÓN, J., N.D., ROMERO D., L.C., SÁNCHEZ C., S.M. Verificación de la aplicabilidad de la fórmula de regresión logística para determinar el sexo por medio de odontometría del canino inferior, en una muestra bogotana. *Universitas Odontológica*. 2009 Jul-Dic.28(61)87-94.

¹²⁹ MESA M., I., POSADA R., Y., VELANDIA P., L.A. Determinación del sexo por odontometría del canino inferior en la población de Santander, Colombia. Tesis de posgrado en odontología legal y forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2004.

Bogotá. Ellos encontraron que de los 62 especímenes masculinos, el modelo de regresión logística categorizó adecuadamente 54 (87,8%), mientras que de los 36 individuos femeninos, se categorizaron adecuadamente 17 (52,8%). El porcentaje total de categorización acertada fue 74,5%; concluyendo que la ecuación logística de Mesa (Ibíd.) mostró una mayor capacidad predictiva para establecer el sexo de los hombres, que para el sexo de las mujeres, con un error cercano a 25%. De otro lado, encontraron que las medidas odontométricas de los caninos provenientes de individuos de sexo masculino, mostraron ser mayores que las provenientes de individuos de sexo femenino. La medida odontométrica más parecida o cercana fue el DMD (diámetro meso-distal), que coincidió con lo observado por Gómez Hernández, en 2002¹³⁰; quien utilizó medidas adicionales a las propuestas por Toribio (et al.)¹³¹.

A partir de los resultados de las investigaciones de Mesa (et al.) (2004), Casas (et al.) (2009) y Gómez (2002), con caninos superiores e inferiores en población colombiana, se puede colegir que éstas estructuras presentan un notorio dimorfismo sexual, expresado en valores predictivos más altos para la variable HR (high root -altura radicular-); la cual resulta muy útil para establecer el sexo de cadáveres no identificados; de igual forma, dichos estudios reiteran la necesidad de conocer las diferencias morfológicas intra e inter e poblacionales y la importancia de disponer de valores estandarizados que se adecuen a la población mestiza colombiana.

¹³⁰ GÓMEZ H., L. (2002). Determinación del sexo a partir de odontometría de canino superior izquierdo en población mestiza colombiana de sala de necropsias. Tesis de posgrado en odontología legal y forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

¹³¹ TORIBIO S. LR, QUEZADA M., R., RIVERO DE LA CALLE M. Identificación del sexo y el grupo racial por mediciones dentarias. En: Ramos Rodríguez RM, López Alonso S. Estudios de antropología biológica. Volumen 5. México: Instituto de Investigaciones Odontológicas, Universidad Nacional Autónoma de México; 1995; citados por Casas et al. 2009 28:61:87-94

En 2006 Gómez (et al.)¹³² reportan los resultados de un novedoso estudio de dimorfismo sexual utilizando análisis de imagen, ellos no hacen distinciones entre los diferentes tipos de dientes; es decir, su metodología es aplicable para diagnosticar el sexo con cualquier estructura dental, pero solo en poblaciones contemporáneas, ya que en poblaciones pretéritas no encontraron correlaciones matemáticas óptimas. Dicho estudio encontró que la variable que mejor discriminó el sexo de la muestra examinada fue el perímetro del diente completo, sin embargo, examinando aisladamente los grupos de dientes que conforman la muestra, se estableció que los que mejor determinan el sexo, son los incisivos centrales; igualmente, establecieron que existen diferencias en la calidad de los resultados, dependiendo de si los dientes proceden de cadáveres recientes o esqueletizados, encontrando que los resultados son óptimos con los primeros.

¹³² GÓMEZ M, PEREA B, SÁNCHEZ JA, LABAJO E. Determinación del sexo a través de los dientes utilizando el análisis de imagen. *Cient Dent* 2006;3:2:121-127.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tuvo dos principales justificaciones al momento de su diseño, la primera por su impacto social, la segunda de carácter netamente científico.

3.1 JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO SOCIAL

Colombia es un país cuyo espectro social ha estado enmarcado por eventos de violencia más o menos continua, de manera particular en el último lustro, y que en últimas se expresa en cifras elevadas de personas reportadas como desaparecidas y gran cantidad de cuerpos que cotidianamente ingresan a las salas de necropsia del Instituto de Medicina Legal, muchos de ellos constituidos por cadáveres complejos y generalmente sin identificar.

El origen de las mencionadas muertes y/o desapariciones tiene su origen en diferentes agentes generadores de violencia, en la última década la sociedad colombiana ha atribuido dichos crímenes a los mal llamados “grupos de autodefensa o paramilitares” y a las guerrillas de extrema izquierda, sin embargo, de estas cifras no se deben excluir otros agentes violentos, como la delincuencia común, riñas callejeras y accidentes de tránsito; cuyas estadísticas pueden ser consultadas en los reportes anuales de FORENSIS¹³³.

¹³³ FORENSIS es una publicación anual del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia, contiene datos oficiales sobre la violencia en Colombia y se puede consultar en www.medicinalegal.gov.co

Los profesionales y técnicos forenses del Instituto Nacional de Medicina Legal de Colombia cumplen una misión social muy importante en sus labores cotidianas de estudio de cadáveres, la cual consiste en tratar establecer la identidad de éstos últimos y establecer de manera técnico-científica la causa, manera y mecanismo que condujeron a su muerte; cumplidos estos objetivos se hace posible que las autoridades devuelvan dichos cuerpos a sus deudos con el fin que ellos puedan adelantar ese proceso universal de los seres humanos de cumplir con el proceso de duelo ante la muerte de un allegado *-llorar, enterrar y recordar a sus muertos-* y no de manera contraria, quedar en el limbo jurídico y psicosocial que desencadena el tener a un familiar desaparecido, especialmente en un país como Colombia, donde aún persiste el conflicto interno.

Así las cosas, consideramos que el aporte que generan los resultados de la presente investigación contribuyen al proceso de identificación de cadáveres en diferentes estados de descomposición que proceden de fosas clandestinas y de diversos contextos, agilizando de esta forma la entrega de dichos cuerpos a los familiares que esperan a que el Estado y la Sociedad adelanten el respectivo proceso de reparación que exige la muerte de un familiar en circunstancias no naturales.

3.2 JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO CIENTÍFICO

La determinación del sexo en un cadáver más o menos esqueletizado desde la óptica de la antropología forense, puede requerir dos tipos de diagnóstico: (1) osteomorfológico o cualitativo y (2) matemático o cuantitativo.

La ausencia de estudios cualitativos y cuantitativos para determinar sexo de cadáveres a partir de sus vértebras en población colombiana y la ostensible necesidad de crear patrones o estándares endógenos que optimicen la labor de los forenses en cuanto al proceso de identificación de cuerpos no identificados, justificaron el desarrollo de la presente investigación, ya que los resultados constituyen un aporte técnico - científico que optimiza las técnicas ya existentes con primera, segunda y séptima vértebra cervical y décimo segunda dorsal, y genera 1 nueva en el ámbito internacional con quinta vértebra lumbar.

Los resultados podrán ser útiles como guía para estudios extranjeros, pues reiteramos que de acuerdo a la revisión de bibliografía internacional relacionada con el tema de la presente investigación, encontramos que los estudios de determinación de sexo a partir de C1, C2, C7 y T12 son solamente 6 a nivel mundial y con quinta lumbar inexistentes.

3.3 OBJETIVOS

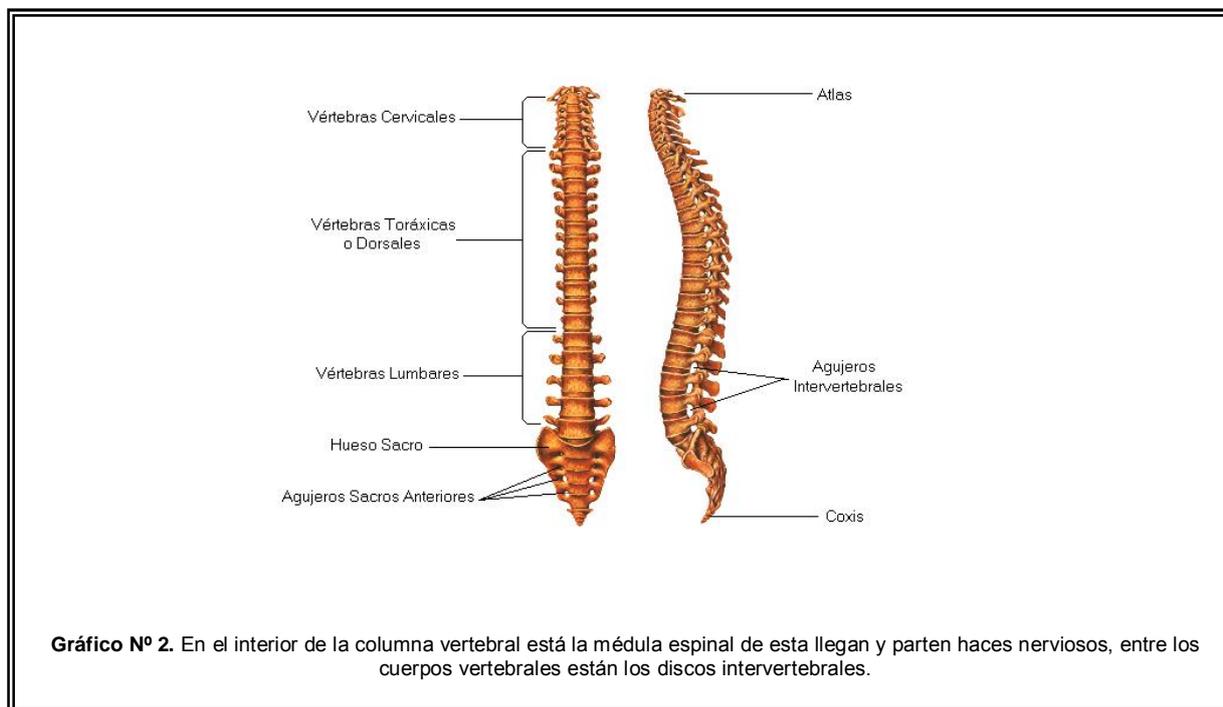
- Recolectar una muestra de C1, C2, C7, T12 y L5 extraída de cadáveres adultos, plenamente identificados, de sexo femenino y masculino, de nacionalidad colombiana.
- Evaluar métrica y estadísticamente la muestra recolectada con el fin de encontrar dimensiones que brinden información sobre el dimorfismo sexual.
- Generar fórmulas discriminantes útiles para determinar el sexo de un cadáver a partir de las vértebras examinadas.

4. REVISIÓN ANATÓMICA

4. ANATOMÍA COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral se divide en cuatro porciones que son de arriba abajo: columna o porción cervical, columna dorsal, columna lumbar y la porción sacra (**Gráfico N° 2**).

Está esencialmente constituida por elementos óseos cilíndricos superpuestos -las vértebras-. El cuerpo humano cuenta con 33 ó 34 vértebras, distribuidas del modo siguiente: 7 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares y 9 o 10 sacras. Mientras que las vértebras, cervicales, dorsales y lumbares son independientes, las sacras se sueldan dentro de un proceso normal, es decir, no patológico, formando 2 grupos: el sacro y el cóccix.



4.1 COLUMNA CERVICAL

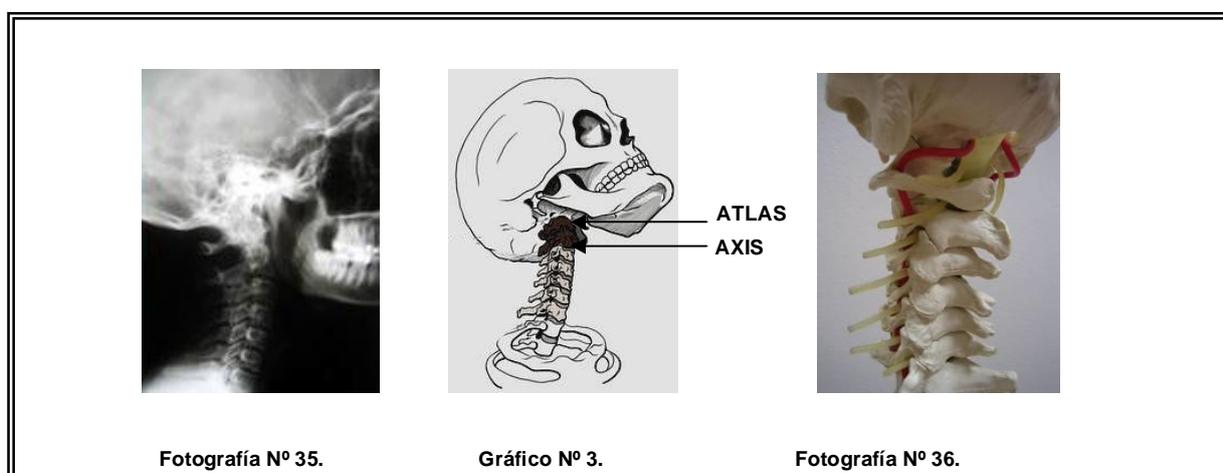
La columna cervical es un conjunto de huesos impares conformados por siete vértebras. La primera y segunda vértebras reciben el nombre de atlas y axis, respectivamente, siendo diferentes entre sí y diferentes a su vez, al resto de vértebras de la columna vertebral.

El cráneo se articula a través del hueso occipital con el atlas o C1 y la séptima vértebra cervical o C7 se articula con T1 o primera vértebra dorsal o torácica y con las primeras costillas. La columna cervical es un órgano muy dinámico que permite movimientos de flexión, extensión, rotación y flexión lateral. Aloja a la médula espinal cervical a lo largo del conducto raquídeo y a través de orificios laterales de cada vértebra salen las 8 raíces cervicales hacia los huesos, músculos, ligamentos y piel del cuello y de los miembros superiores.

La columna cervical vista de lado forma una curva llamada lordosis normal (**Fotografía N° 35**). La primera vértebra cervical (atlas) articula su superficie superior con los cóndilos occipitales de la cabeza, y la segunda vértebra (el axis) se articula a su vez con las carillas inferiores de la primera vértebra cervical de una manera diferente a las demás vértebras (**Gráfico N° 3**). La articulación no contiene ningún disco intervertebral y sólo se une con ligamentos; también en esta zona, las arterias vertebrales hacen un giro de casi 90° para subir hacia el cerebro (**Fotografía N° 36**).

Las vértebras cervicales tercera, cuarta, quinta, sexta y séptima son similares entre sí, presentan un cuerpo alargado, apófisis articulares acanaladas y transversas, pedículos con escotaduras, láminas cuadriláteras, apófisis espinosas con excavaciones y un agujero vertebral triangular. Se articulan entre sí en el orden en que están numeradas

de arriba abajo, la última se continúa con la columna dorsal, a través de la primera vértebra dorsal.



4.2 COLUMNA DORSAL

Está formada por 12 vértebras dorsales también llamadas torácicas, son muy similares entre si en cuanto a sus características morfológicas; presentan un cuerpo vertebral relativamente grueso. Los pedículos son mucho más escotados, las láminas son cuadriláteras, las apófisis espinosas muy voluminosas y tienen una proyección puntiaguda en forma de asta, las apófisis transversas presentan carillas articulares para las costillas y el agujero vertebral es casi circular. Contribuyen en la formación de la caja torácica y se continúa por debajo con la columna lumbar.

4.3 COLUMNA LUMBAR

Está formada por cinco vértebras lumbares numeradas en orden creciente en sentido caudal, son también similares entre sí. Presentan el cuerpo más voluminoso de todas las vértebras, sus láminas son alargadas, las apófisis espinosas más rectangulares y más horizontales, las apófisis transversas son largas y delgadas y parecen ser como costillas y su agujero vertebral es triangular. Se articulan y continúan hacia abajo con el hueso sacro.

4.4 SACRO

Este hueso es único, plano y está formado por la agrupación de cinco vértebras sacras que paulatinamente se fusionan con la edad en un solo hueso, tiene forma de pirámide con una base superior que se articula a quinta vértebra lumbar, un vértice truncado hacia abajo que se articula con el cóccix, y a los lados se articula con los huesos coxales, por lo que contribuye también con la formación de cintura pélvica.

4.5 CURVATURAS SAGITALES

Los agujeros vertebrales de todas las vértebras se encuentran alineados formando el canal vertebral y a través de todos ellos pasa la médula espinal, entre una vértebra y otra van emergiendo los nervios espinales que se distribuyen por todo el cuerpo. Este alineamiento de la columna vertebral no es totalmente recto; si la vista es lateral hay una serie de cuatro curvaturas de la siguiente manera:

- Curvatura cervical convexa hacia adelante.
- Curvatura dorsal cóncava hacia adelante.
- Curvatura lumbar convexa hacia adelante.

- Curvatura sacro-coccígea cóncava hacia adelante.

Aunque a simple vista pareciera rectilínea en sentido antero-posterior y viceversa, se describen unas ligeras curvaturas laterales que cuando se acentúan producen las llamadas escoliosis.

4.6 CARACTERES COMUNES A TODAS LAS VÉRTEBRAS

- **Cuerpo:** con forma de cilindro con dos caras y una circunferencia, a excepción de las dos primeras vértebras lumbares
- **Foramen Vertebral:** comprendido entre la cara posterior del cuerpo vertebral y la apófisis espinosa, tiene forma de triángulo más o menos redondeado.
- **Apófisis Espinosa:** impar y media se dirige hacia atrás bajo la forma de larga espina presenta una **base** que la une a la vértebra; el **vértice** desviado a la derecha e izquierda en relación con los músculos espinales, **borde superior** más o menos cortante, **borde inferior** más grueso y más corto que el anterior
- **Apófisis Transversas:** son dos, una derecha y otra izquierda, se dirigen hacia fuera, presentan una base, un vértice; dos caras, anterior y posterior y dos bordes, superior e inferior
- **Carillas Articulares:** son dos eminencias de superficie generalmente lisa, algunas ligeramente convexas o cóncavas, están destinadas a la articulación de las vértebras entre sí. Son cuatro por cada vértebra, dos superiores y dos inferiores, colocadas a cada lado del agujero vertebral.
- **Láminas Vertebrales:** en número de dos, derecha e izquierda. Aplanadas y cuadriláteras, forman la mayor parte de la pared posterolateral del agujero raquídeo

- **Pedículos:** son dos porciones óseas delgadas y estrechas que a uno y otro lado, unen la base de la apófisis transversa y las dos apófisis articulares correspondientes a la parte posterior y lateral del cuerpo vertebral.

Con el fin que el lector tenga mayor acceso a la anatomía de las estructuras examinadas durante la presente investigación, documentaremos a continuación la morfología de vértebras C1, C2, C7, T12 y L5.

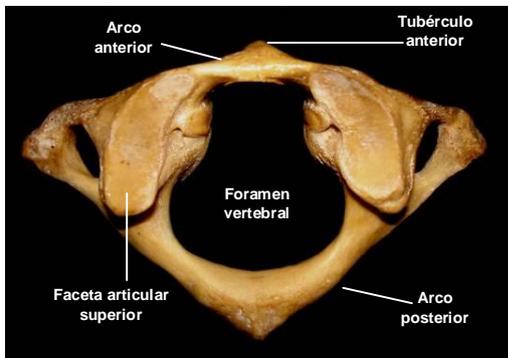
4.7 ATLAS O PRIMERA VÉRTEBRA CERVICAL

El Atlas (**Fotografías N° 35, 36 y 37**) es el nombre que recibe el hueso más superior de toda la columna vertebral o primera vértebra cervical (C1). Esta vértebra, que al articularse con el hueso occipital sostiene la cabeza, recibió su nombre al ser comparada con el titán Atlas quien como castigo tenía que sostener el mundo sobre sus hombros. Por delante se encuentra el arco más corto del hueso y en las masas laterales se observa que en la cara superior presenta una superficie que tradicionalmente se ha descrito como en forma de suela de zapato, conocida como cavidad glenoidea. Al atlas se le estudian: arco anterior, arco posterior, dos masas laterales, tubérculo anterior, tubérculo posterior y apófisis transversas.

4.8 SEGUNDA VÉRTEBRA CERVICAL

La segunda vértebra cervical, también llamada Axis o simplemente C2 (**Fotografías N° 40, 41 y 42**), es un hueso impar que forma parte integral de la columna cervical; recibe el nombre de axis porque permite el movimiento axial (rotación) del cráneo, el axis se encuentra directamente debajo del atlas, presenta una eminencia denominada apófisis

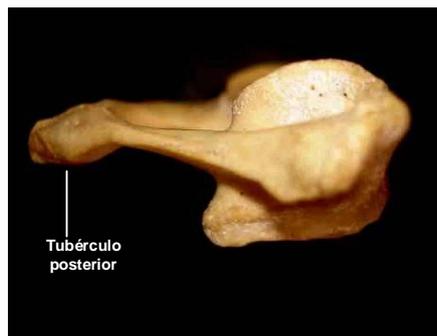
odontoides, la cual podría ser considerada como su cuerpo, el cual encaja con el atlas por medio de una muy delgada capa de cartílago, tiene dos carillas articulares ubicadas en su tercio superior que permiten su articulación con las carillas articulares inferiores del atlas.



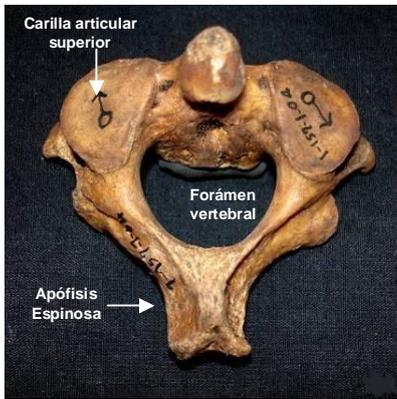
Fotografía N° 37. Plano superior C1.



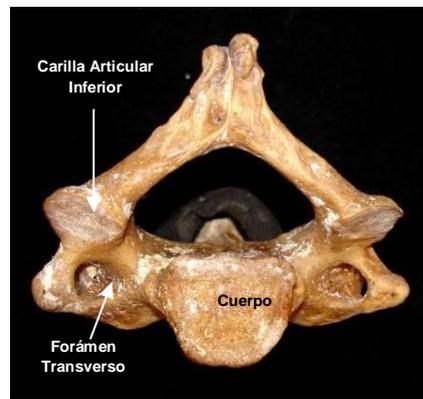
Fotografía N° 38. Plano inferior C1.



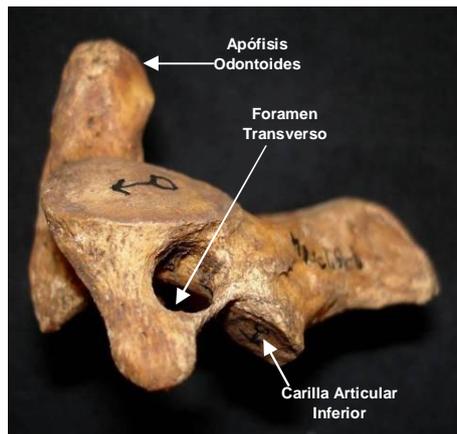
Fotografía N° 39. Plano lateral C1.



Fotografía N° 40. Plano superior C2.



Fotografía N° 41. Plano inferior C2.



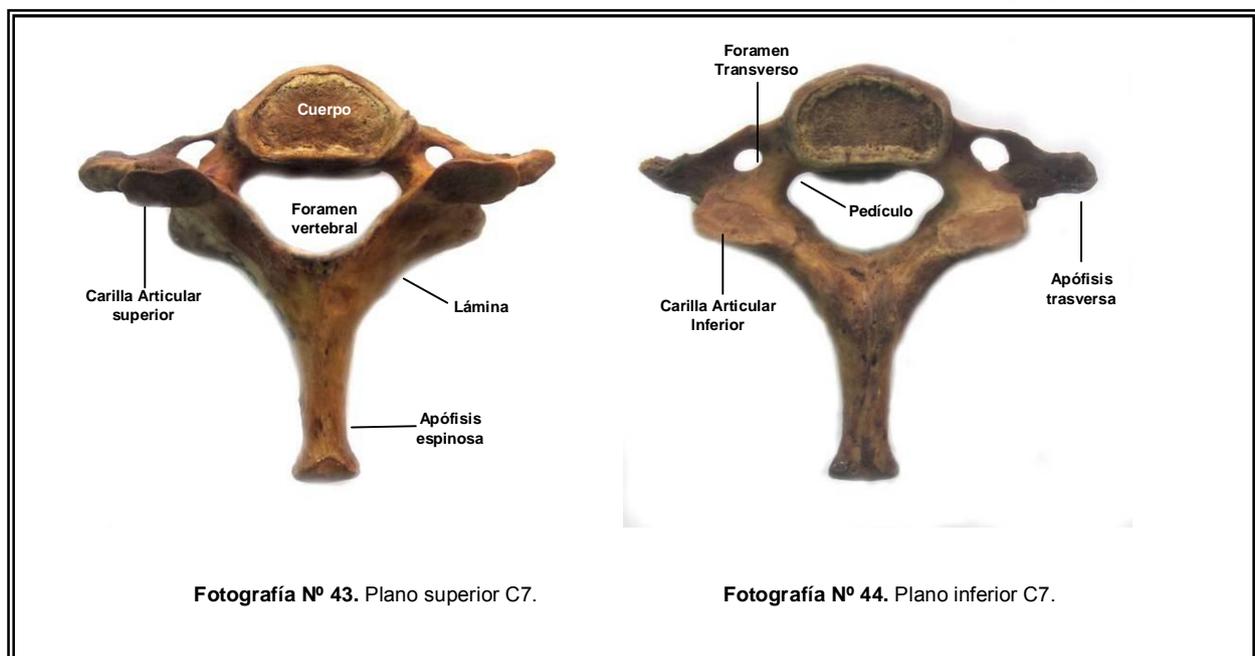
Fotografía N° 42. Plano lateral izquierdo C2.

4.9 SÉPTIMA VÉRTEBRA CERVICAL

La séptima vértebra cervical (**Fotografías N° 43 y N° 44**) es de transición, con morfología similar a las cuatro vértebras precedentes (tercera, cuarta, quinta y sexta cervicales) y aproximadamente a las que la siguen (dorsales). Presenta dos características particulares:

Apófisis espinosa unituberculada, es de notable longitud, por ello se le ha dado el nombre de *prominens*.

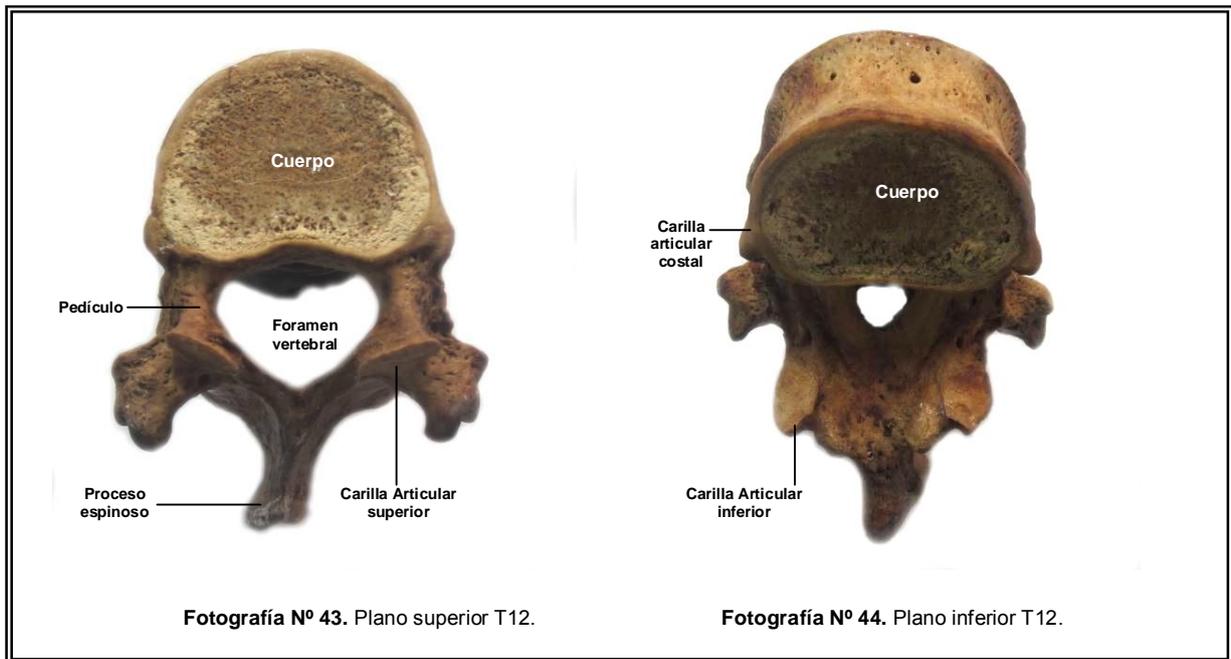
Procesos transversos, igualmente unituberculados, con un agujero transversal relativamente pequeño; nunca pasa por él la arteria vertebral.



4.10 DÉCIMO SEGUNDA VÉRTEBRA DORSAL

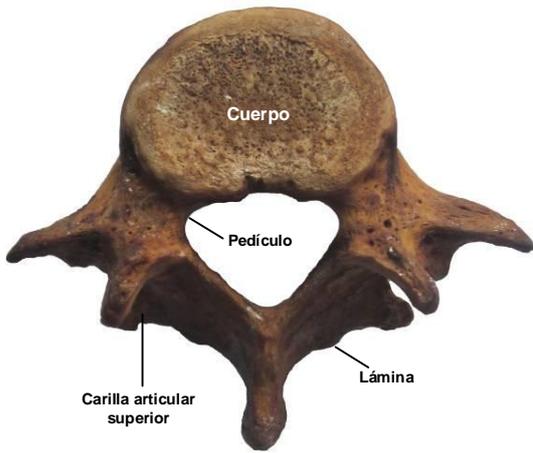
La décimo segunda vértebra dorsal (**Fotografías N° 43 y 44**) limita con la columna lumbar, más exactamente con la primera vértebra lumbar. Está caracterizada por ausencia de carillas articulares en las apófisis transversas y por la presencia de una carilla única a cada lado del cuerpo, cuya función es articular con la undécima y

duodécima costilla. Se caracteriza de manera particular por tener apófisis transversas de gran tamaño -al igual que las demás vértebras lumbares-.

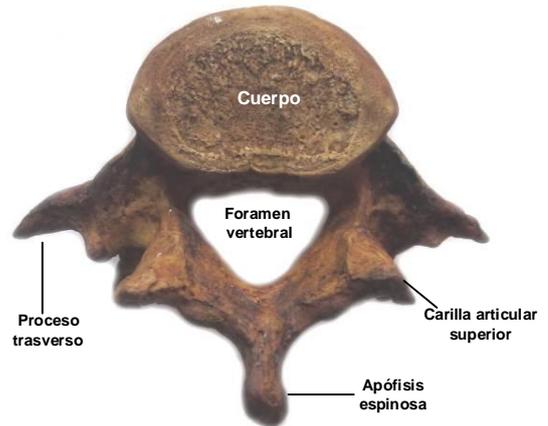


4.11 QUINTA VÉRTEBRA LUMBAR

La quinta vértebra lumbar (**Fotografías N° 45 y 46**) posee una estructura muy robusta, debido al gran peso que tiene que soportar por parte del resto de vértebras proximales. Junto a las demás lumbares, logran un grado significativo de flexión y extensión, además de flexión lateral y un pequeño rango de rotación. En conjunto con las demás lumbares, constituyen el segmento de mayor movilidad a nivel de la columna. Los discos entre las vértebras construyen la lordosis lumbar (tercera curva fisiológica de la columna, con concavidad hacia posterior).



Fotografía Nº 45. Plano superior L5.



Fotografía Nº 46. Plano inferior L5.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación analizó la segunda vértebra cervical de 154 cuerpos, de los cuales 52 eran mujeres. Las variables introducidas en cada paso del análisis discriminante en C2 se pueden observar en la **Tabla N° 32**. La diferencia de medias por sexo de cada una de las medidas tomadas a la vértebra se presentan en la **Tabla N° 33**.

PASO	VARIABLES	TOLERANCIA	F PARA REMOVE	LAMBDA DE WILKS'
1	SFB	1.000	62.938	
2	SFB	0.979	39.098	0.787
	DSC	0.979	19.790	0.707
3	SFB	0.862	18.640	0.664
	DSC	0.949	13.277	0.643
	SFS	0.840	8.745	0.625
4	SFB	0.836	12.656	0.607
	DSC	0.895	17.509	0.626
	SFS	0.840	8.548	0.592
	LVF	0.922	8.254	0.591
5	SFB	0.731	5.436	0.559
	DSC	0.869	12.647	0.585
	SFS	0.840	8.022	0.568
	LVF	0.920	8.601	0.570
	SFT	0.811	5.716	0.560
6	SFB	0.731	5.496	0.544
	DSC	0.866	13.089	0.571
	SFS	0.840	7.834	0.553
	LVF	0.919	7.957	0.553
	SFT	0.802	6.515	0.548
	DTAT	0.973	3.984	0.539

Tabla 32. Variables introducidas en cada paso del análisis discriminante en C2.

VARIABLE	HOMBRE		MUJER		F	Sig.
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
XSL	47.374	2.626	44.158	2.683	50.882	0.000
XDH	37.111	2.247	34.858	2.135	35.785	0.000
DSD	11.209	0.807	10.726	0.856	11.846	0.001
DTD	9.994	0.814	9.602	0.713	8.659	0.004
LVF	16.607	1.281	15.856	1.390	11.168	0.001
SFB	46.484	2.498	43.056	2.609	62.938	0.000
SFS	18.360	1.332	16.788	1.170	51.948	0.000
SFT	16.995	1.368	15.391	1.388	46.859	0.000
DTF	23.796	1.542	22.943	1.318	11.562	0.001
DSPE	15.290	2.112	14.229	2.340	8.082	0.005
APE	17.988	3.018	15.833	2.102	21.234	0.000
DTAT	6.039	0.774	5.855	0.844	1.827	0.178
DSC	15.787	1.240	14.388	1.357	41.107	0.000
DTCAI	11.233	1.462	10.496	1.170	9.958	0.002

Tabla 33. Prueba de igualdad de medias por sexo en C2.

5.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Los criterios de selección utilizados para recolectar la totalidad de la muestra fueron los siguientes:

- Cadáveres de sexo masculino y femenino, de nacionalidad colombiana, identificados fehacientemente.
- Vértebras sin presencia -antigua, ni reciente- de alteraciones morfológicas por factores patológicos (congénitos o adquiridos) o traumáticos.

La causa, manera y mecanismo de muerte de los cadáveres abordados no fue un criterio tenido en cuenta, ya que el sexo del individuo no se ve alterado por dichos factores.

5.2 CADÁVERES DE LOS QUE PROCEDE LA MUESTRA

Para la realización de la presente investigación fueron abordados dos grupos de cadáveres durante dos temporadas diferentes, la primera temporada comprendió los años 2006 a 2007, en la cual se cumplió el proceso de extracción de C1 y C2 en individuos adultos femeninos y masculinos necropsiados en el Instituto de Medicina Legal en Bogotá D.C. Colombia, para un total de 178 cuerpos.

La segunda temporada comprendió los años 2008 a 2011, allí se abordaron 187 cadáveres adultos, femeninos y masculinos, de los cuales se disecaron un total de 187 vértebras -C7, T12 y L5-. En ambos grupos las edades cronológicas de los cuerpos oscilaron entre 18 a 65 años. Los cuerpos de los que se tomó la muestra pertenecen a

la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana (Proyecto de Investigación Científica N° 615 DICDT-INMLCF), perteneciente al Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia y a la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana, perteneciente al departamento de antropología de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Antioquia.

La distribución según número de vértebras obtenidas se registra a continuación:

El primer grupo correspondió a cuerpos que fueron necropsiados e identificados fehacientemente en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la ciudad de Bogotá D.C., Colombia, de éstos se disecó la muestra correspondiente a C1 y C2, extraída de 178 especímenes, no obstante, por diversas circunstancias, en algunos cadáveres no fue posible disecar ambas vértebras, por lo tanto, las cifras resultantes son las siguientes:

C1 FEMENINOS	= 58 cadáveres
C1 MASCULINOS	= 120 cadáveres
C2 FEMENINOS	= 52 cadáveres
C2 MASCULINOS	= 103 cadáveres

TOTAL CADÁVERES ABORDADOS = 178

El segundo grupo correspondió a cuerpos masculinos y femeninos identificados fehacientemente, pertenecientes a la “Colección Ósea de Población Colombiana” o proyecto de investigación registrado como proyecto de investigación “N° 615 DICDT” de la División de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia y a la Colección Ósea de Referencia de Población Colombiana de la Universidad de Antioquia, en Medellín, Antioquia. De estos cuerpos se obtuvo la muestra correspondiente a C7, T12 y L5, cuyo total fue de

186 especímenes, no obstante, en algunos cadáveres y por no cumplir con los criterios de inclusión, no fue posible diseccionar las tres vértebras, siendo las cifras resultantes las siguientes:

C7 FEMENINOS = 61 cadáveres
C7 MASCULINOS = 125 cadáveres
T12 FEMENINOS = 54 cadáveres
T12 MASCULINOS = 123 cadáveres
L5 FEMENINOS = 58 cadáveres
L5 MASCULINOS = 113 cadáveres

TOTAL CADÁVERES ABORDADOS = 186

En resumen, la presente investigación abordó un total de 364 cuerpos adultos, femeninos y masculinos, identificados fehacientemente, de origen colombiano y nacidos principalmente en la Región Andina.

Como se comentó en la Introducción del presente texto, La totalidad de la muestra fue tomada de **364 cadáveres**, sin embargo, teniendo en cuenta que cada grupo de vértebras (C1, C2, C7, T12 y L5) fue evaluado como un universo independiente, la cifra real fue de **870 especímenes**; en quienes se valoraron **47 dimensiones** [8 en C1, 14 en C2, 8 en C7, 8 en T12 y 9 en L5], con las cuales se adelantaron un total de **8.064 mediciones** por parte del investigador principal, y aproximadamente **300 mediciones** por observadores externos al proceso, quienes nos apoyaron con el análisis interobservador.

5.3 FILIACIÓN ANCESTRAL

Las vértebras examinadas durante la presente investigación proceden de cadáveres mestizos, de origen colombiano, particularmente de la Región Andina.

5.4 PROCESO DE TOMA, PREPARACIÓN Y MEDICIÓN DE LA MUESTRA

5.4.1 TOMA DE LA MUESTRA

El primer procedimiento realizado fue retirar la vértebra de los cadáveres (en los casos de cadáveres recientes o “frescos”) posterior a la necropsia médico-legal, para no alterar dicho proceso, la toma se realizó de la siguiente manera:

Se realizó incisión longitudinal con bisturí N° 4 en región posterior de cuello, tejido celular subcutáneo y músculos subyacentes, luego se procedió a desarticular C1 y C2; dicho procedimiento fue bastante dificultoso debido al tipo de articulaciones encontradas en los puntos de corte, ya que como se mencionó anteriormente, estas vértebras no están articuladas por un disco intervertebral, sino por ligamentos; la incisión más compleja se ubicó en la zona de contacto entre apófisis odontoides y primera vértebra cervical.

Una vez desarticulada y retirada la segunda vértebra cervical, se procedió a suturar la zona de incisión, luego se embalo cada muestra en bolsa de plástico con cierre blister y rotulada con los siguientes datos:

- Número de necropsia, Nombres y Apellidos, Sexo, Edad Cronológica, Fecha de toma de muestra, Número interno asignado a la muestra.

La toma de C7, T12 y L5 fue menos compleja debido a que se tomaron de 2 colecciones óseas, cuyos cadáveres ya se encuentran esqueletizados y rotulados; por lo tanto, allí solamente se procedió a la selección y embalaje de la muestra en bolsas plásticas.

5.4.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA (LIMPIEZA, ROTULADO Y EMBALAJE)

Las vértebras C1 y C2 fueron sumergidas de manera individual en recipientes plásticos rotulados que contenían hipoclorito de sodio al 12% durante aproximadamente 2 horas, posteriormente fueron sometidas a proceso de limpieza utilizando bisturí para retirar manualmente los remanentes de tejido blando que aún persistían sobre el hueso. Una vez limpias, fueron sometidas a proceso de secado natural al medio ambiente, sin exposición directa al sol durante seis horas, tiempo en el cual se procedió a su rotulado colocando una película de esmalte transparente en la zona ósea donde se colocaría el número con tinta china y pluma, posteriormente sobre el número ya seco se colocó otra película de esmalte transparente.

5.4.3 TÉCNICA DE MEDICIÓN

5.4.4 INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN

Para la toma de las diferentes dimensiones métricas de cada vértebra cervical se utilizó un calibrador pie de rey digital a prueba de refrigerantes con factor de protección IP-66 -

IP-66 Protection Factor Coolant Prof. Digital Caliper, de 0.300 mm, marca Mitutoyo - ABSOLUTE DIGIMATIC.

5.4.5 MEDICIÓN DE LAS VÉRTEBRAS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las medidas fueron tomadas en milímetros y los datos radicados en una ficha, posteriormente la información obtenida fue migrada a una base de datos creada con el software SPSS (Statistical Package for the Social Science) Versión 17 para Windows.

5.4.6 DESCRIPCIÓN Y DATOS NUMÉRICOS DE LAS DIMENSIONES EXAMINADAS O PUNTOS DE MEDICIÓN

La presente investigación exploró un total de 47 dimensiones o variables (**Tabla N° 34**) que abarcan anchuras, alturas, diámetros internos y externos de primera, segunda y séptima vértebras cervicales, décimo segunda vértebra dorsal y quinta vértebra lumbar.

En las dimensiones de segundas vértebras cervicales incluimos las 8 variables utilizadas por el estudio de Wescott¹³⁴, con el fin de examinar variables adicionales a las 6 propuestas por nosotros, lo que finalmente permitió obtener mayores combinaciones u opciones matemáticas.

¹³⁴ WESCOTT, J.M. Sex variation in the Second Cervical Vertebra. J. Forensic Sciences 2000:45(2):462-466

VÉRTEBRA	SEXO	N° DE INDIVIDUOS EXAMINADOS	N° DE DIMENSIONES	TOTAL DIMENSIONES EVALUADAS
C1	FEMENINO	58	08	464
C1	MASCULINO	120	08	960
C2	FEMENINO	52	14	728
C2	MASCULINO	103	14	1443
C7	FEMENINO	62	08	496
C7	MASCULINO	125	08	1000
T12	FEMENINO	54	08	432
T12	MASCULINO	123	08	984
L5	FEMENINO	59	09	531
L5	MASCULINO	114	09	1026
TOTAL:				8064

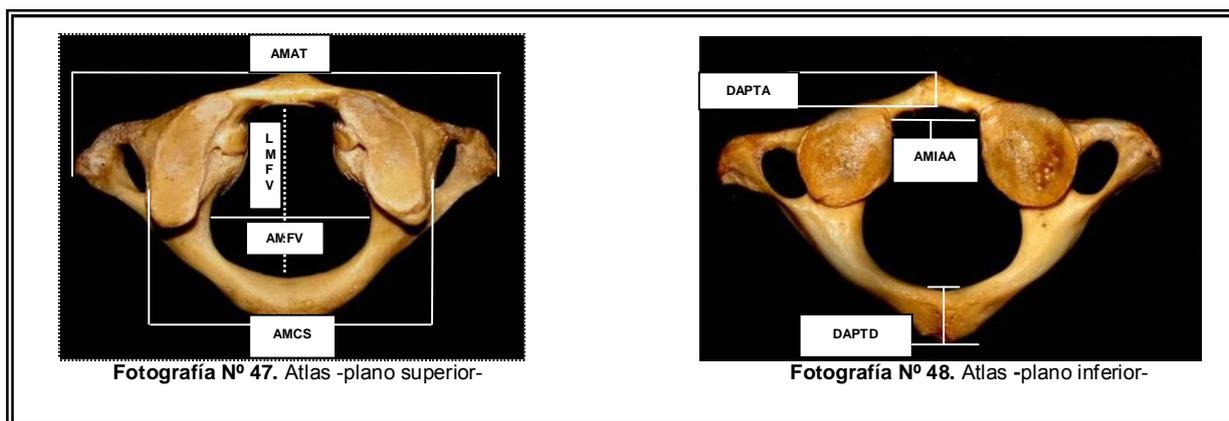
Tabla N° 34. Datos numéricos con dimensiones evaluadas en el presente estudio.

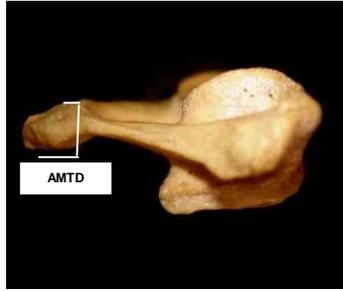
5.4.6.1 GRÁFICOS DE DIMENSIONES EXAMINADAS EN C1 (Fotografías N° 47, 48 y 49)

Las dimensiones que se citan a continuación deben ser tomadas en milímetros.

1. ANCHURA MÁXIMA APÓFISIS TRASVERSAS (**AMAT**): Distancia máxima entre los bordes laterales más salientes de apófisis trasversas, se utiliza calibrador digital.
2. ANCHURA MÁXIMA CARILLAS ARTICULARES SUPERIORES (**AMCS**): Distancia máxima entre los bordes laterales -más salientes- de carillas articulares superiores, se utiliza calibrador digital.
3. ALTURA MÁXIMA TUBÉRCULO DORSAL (**AMTD**): Distancia entre el punto más superior y más inferior del tubérculo dorsal, se utiliza calibrador digital.

4. DIÁMETRO ANTEROPOSTERIOR TUBÉRCULO DORSAL (**DAPTD**): Distancia máxima entre la superficie más anterior y posterior externas del tubérculo dorsal, se utiliza calibrador digital.
5. DIÁMETRO ANTEROPOSTERIOR TUBÉRCULO ANTERIOR (**DAPTA**): Distancia máxima entre la superficie externa más anterior y posterior del tubérculo anterior, se utiliza calibrador digital.
6. ANCHURA MÁXIMA INTERNA ARCO ANTERIOR (**AMIAA**): Distancia máxima entre los bordes internos del arco anterior, se utiliza calibrador digital.
7. ANCHURA MÁXIMA FORAMEN VERTEBRAL (**AMFV**): Distancia transversal máxima entre los bordes internos de foramen vertebral, se utiliza calibrador digital.
8. LONGITUD MAXIMA FORAMEN VERTEBRAL (**LMFV**): Distancia sagital máxima entre los bordes anterior y posterior internos de foramen vertebral, se utiliza calibrador digital.





Fotografía N° 49. Atlas -plano lateral-

Fotografías N° 47, 48 y 49. Ubicación topográfica puntos de medición en C1.

5.4.6.2 GRÁFICOS DE DIMENSIONES EXAMINADAS EN C2 (Fotografías N° 50, 51 y 52)

Las primeras 8 medidas corresponden a las exploradas por Wescott (2000) en su estudio de C2, las siguientes 6 son las propuestas por nosotros; se utilizaron las del citado autor con el fin de obtener mayor número de combinaciones y por ende más opciones matemáticas para generación de fórmulas discriminantes:

1. MÁXIMA LONGITUD SAGITAL (**XSL**): La longitud sagital de la vértebra tomada desde el punto más anterior del cuerpo, al borde posterior del proceso espinoso, se utiliza calibrador digital.
2. ALTURA MÁXIMA DE APÓFISIS ODONTOIDES (**XDH**): Tomada desde el borde más inferior del borde anterior del cuerpo, al punto más superior de apófisis odontoides, se utiliza calibrador digital.

3. DIÁMETRO SAGITAL APÓFISIS ODONTOIDES (**DSD**): Máxima distancia o espesor sagital (anteroposterior) de apófisis odontoides, se utiliza calibrador digital.
4. DIÁMETRO TRANSVERSO APÓFISIS ODONTOIDES (**DTD**): Anchura máxima de la apófisis odontoides, se utiliza calibrador digital.
5. LONGITUD FORÁMEN VERTEBRAL (**LVF**): Longitud sagital máxima interna del foramen vertebral, se utiliza calibrador digital.
6. ANCHURA MÁXIMA DE LAS FACETAS SUPERIORES (**SFB**): La máxima anchura - externa- de las facetas articulares superiores, medida desde sus bordes más laterales, se utiliza calibrador digital.
7. DIÁMETRO FACETA SAGITAL SUPERIOR (**SFS**): El máximo diámetro sagital o antero-posterior de la faceta articular superior (nuestro estudio midió faceta articular izquierda), se utiliza calibrador digital.
8. DIÁMETRO TRANSVERSO FACETA SUPERIOR (**SFT**): El máximo diámetro transversal o anchura de la faceta articular superior, (nuestro estudio midió faceta articular izquierda), se utiliza calibrador digital.
9. DIÁMETRO TRANSVERSO MÁXIMO FORÁMEN VERTEBRAL (**DTF**): Anchura máxima o transversal de foramen vertebral, se utiliza calibrador digital.

10. **DIÁMETRO SAGITAL PROCESO ESPINOSO (DSPE)**: Tomado desde el punto posterior más sobresaliente del forámen vertebral, hasta el punto posterior más sobresaliente del proceso espinoso¹³⁵, se utiliza calibrador digital.
11. **ALTURA PROCESO ESPINOSO (APE)**: Tomado desde el punto superior, o más elevado del proceso espinoso, hasta el punto inferior más sobresaliente del tubérculo (cuando la apófisis bituberosa esté fusionada, se toma el punto más interno de la misma), se utiliza calibrador digital.
12. **DIÁMETRO TRANSVERSO AGUJERO TRANSVERSO (DTAT)**: Diámetro transversal máximo del agujero transversal (el presente estudio midió agujero transversal izquierdo), se utiliza calibrador digital.
13. **DIÁMETRO SAGITAL CUERPO (DSC)**: Tomado desde el borde más infero-anterior del cuerpo, al punto más infero-posterior del cuerpo, se utiliza calibrador digital.
14. **DIÁMETRO TRANSVERSO CARILLA ARTICULAR INFERIOR (DTCAI)**: Tomado entre los bordes externos de faceta articular inferior (nuestro estudio midió faceta articular izquierda), se utiliza calibrador digital.

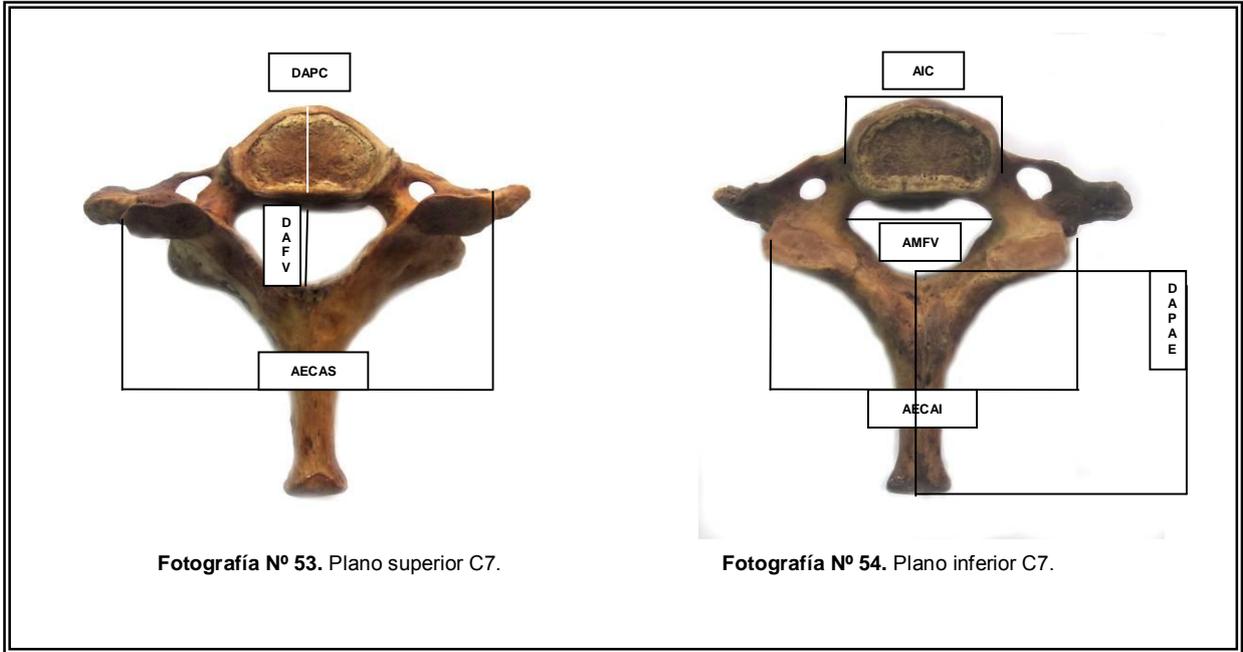
¹³⁵ Cuando se presentó apófisis bituberosa con fusión parcial, el punto posterior se tomó entre la parte más interna de los dos tubérculos



5.4.6.3 GRÁFICOS DE DIMENSIONES EXAMINADAS EN C7 (Fotografías N° 53, 54 y 55)

1. **DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR CUERPO (DAPC):** Distancia sagital entre el punto más antero-posterior del plano superior del cuerpo vertebral, se utiliza calibrador digital.
2. **ALTURA ANTERIOR CUERPO (AAC):** Distancia vertical entre el borde supero-inferior anterior del cuerpo vertebral en su región media y el borde infero-anterior del cuerpo vertebral en su región media, se utiliza calibrador digital.
3. **ANCHO INFERIOR CUERPO (AIC):** Distancia transversal inferior entre los bordes más laterales del cuerpo vertebral, se utiliza calibrador digital.

4. ANCHO MÁXIMA FORAMEN VERTEBRAL (**AMFV**): Distancia transversal entre los puntos más laterales internos de foramen vertebral, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.
5. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR FORAMEN VERTEBRAL (**DAPFV**): Distancia sagital entre el punto más anterior y posterior interno del foramen vertebral, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.
6. ANCHO EXTERNO CARILLAS ARTICULARES SUPERIORES (**AECAS**): Distancia transversal entre los bordes más laterales -externos- de carillas articulares superiores, se utiliza calibrador digital.
7. ANCHO EXTERNO CARILLAS ARTICULARES INFERIORES (**AECAI**): Distancia transversal entre los bordes más laterales -externos- de carillas articulares inferiores, se utiliza calibrador digital.
8. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR APÓFISIS ESPINOSA (**DAPAE**): Distancia sagital entre el borde anterior y posterior de apófisis espinosa, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.



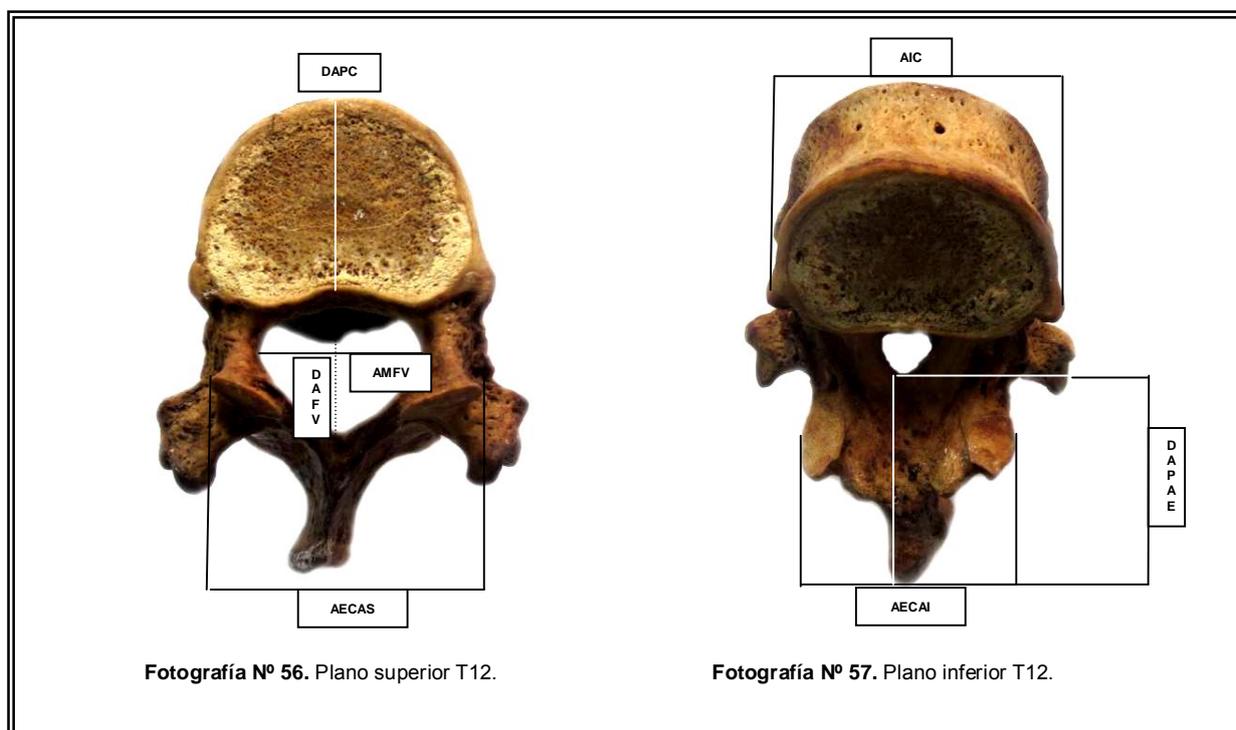
5.4.6.4 GRÁFICOS DE DIMENSIONES EXAMINADAS EN T12 (Fotografías N° 56, 57 y 58)

1. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR CUERPO (**DAPC**): Distancia sagital entre el punto más anterior y punto más posterior del cuerpo vertebral, medido en el plano superior, se utiliza calibrador digital.
2. ALTURA ANTERIOR CUERPO (**AAC**): Distancia vertical entre el borde superior e inferior anterior del cuerpo vertebral, medido en su región media, se utiliza calibrador digital.
3. ANCHO INFERIOR CUERPO (**AIC**): Distancia transversal entre los bordes más laterales del cuerpo vertebral, medidos en su plano inferior, se utiliza calibrador digital.
4. ANCHO MÁXIMA FORAMEN VERTEBRAL (**AMFV**): Distancia transversal máxima entre los puntos más laterales internos del foramen vertebral, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.
5. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR FORAMEN VERTEBRAL (**DAPFV**): Distancia sagital entre el punto más anterior y posterior interno del foramen vertebral, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.

6. ANCHO EXTERNO CARILLAS ARTICULARES SUPERIORES (**AECAS**): Distancia transversal entre los bordes más laterales -externos- de carillas articulares superiores, se utiliza calibrador digital.

7. ANCHO EXTERNO CARILLAS ARTICULARES INFERIORES (**AECAI**): Distancia transversal entre los bordes más laterales -externos- de carillas articulares inferiores, se utiliza calibrador digital.

8. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR APÓFISIS ESPINOSA (**DAPAE**): Distancia sagital entre el borde más anterior y posterior de apófisis espinosa, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.

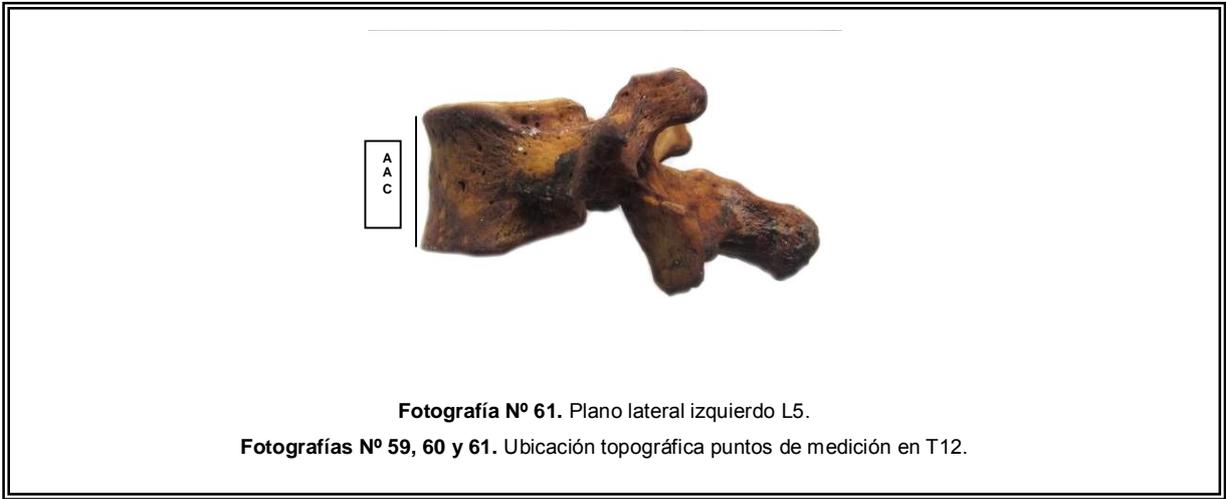
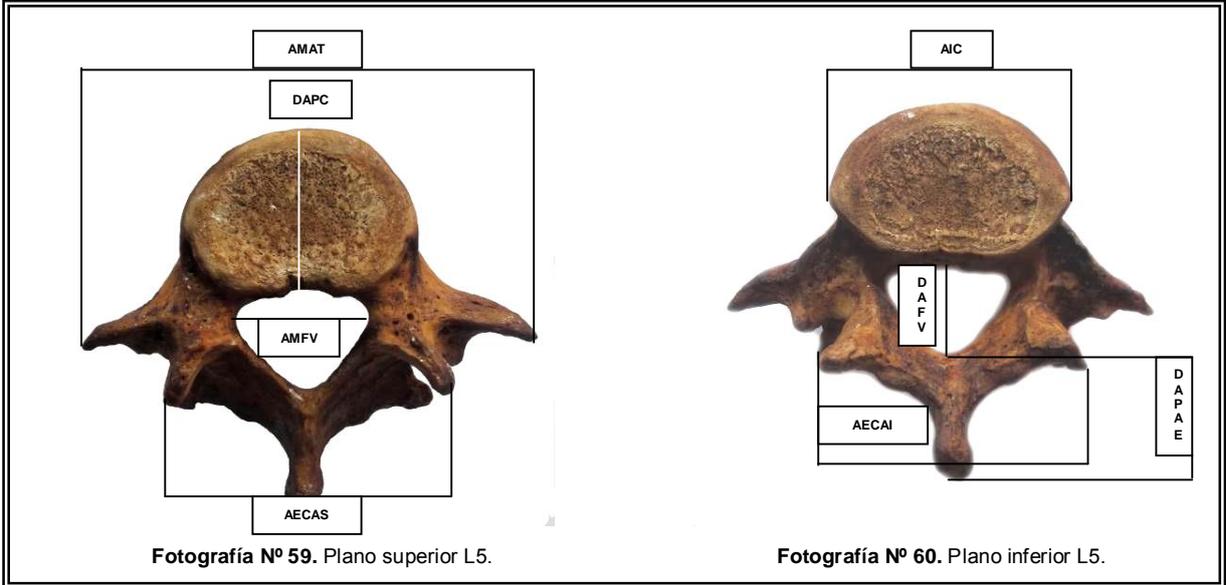




5.4.6.5 GRÁFICOS DE DIMENSIONES EXAMINADAS EN L5 (Fotografías N° 59, 60 y 61)

1. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR CUERPO (**DAPC**): Distancia sagital entre el punto más anterior y posterior del plano superior del cuerpo vertebral, se utiliza calibrador digital.
2. ALTURA ANTERIOR CUERPO (**AAC**): Distancia vertical entre el borde superior e inferior anterior del cuerpo vertebral en su región media, se utiliza calibrador digital.
3. ANCHO INFERIOR CUERPO (**AIC**): Distancia transversal entre los bordes más laterales del cuerpo vertebral, medidos por el plano inferior, se utiliza calibrador digital.

4. ANCHO MÁXIMA FORAMEN VERTEBRAL (**AMFV**): Distancia transversal entre los puntos más laterales internos del foramen vertebral, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.
5. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR FORAMEN VERTEBRAL (**DAPFV**): Distancia sagital entre el punto más anterior y posterior interno del foramen vertebral, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.
6. ANCHO EXTERNO CARILLAS ARTICULARES SUPERIORES (**AECAS**): Distancia transversa entre los bordes más laterales -externos- de carillas articulares superiores, se utiliza calibrador digital.
7. ANCHO EXTERNO CARILLAS ARTICULARES INFERIORES (**AECAI**): Distancia transversa entre los bordes más laterales -externos- de carillas articulares inferiores, se utiliza calibrador digital.
8. DIÁMETRO ANTERO-POSTERIOR APÓFISIS ESPINOSA (**DAPAE**): Distancia sagital entre el borde más anterior y posterior de apófisis espinosa, se mide por el plano inferior de la vértebra, se utiliza calibrador digital.
9. ANCHURA MÁXIMA APÓFISIS TRASVERSAS (**AMAT**): Distancia máxima entre los bordes laterales -más salientes- de apófisis trasversas, se utiliza calibrador digital.



6 RESULTADOS

6. RESULTADOS

El procedimiento estadístico utilizado durante el presente estudio, fue el análisis discriminante lineal por pasos (Stepwise), con introducción de variables (Forward), siempre que las medidas de las vertebrae cumplieran el criterio de homocedasticidad¹³⁶; también se utilizó el análisis discriminante robusto y análisis discriminante cuadrático, cuando este supuesto no se cumplía. En el primer caso la información fue procesada mediante el paquete estadístico SPSS versión 17 para Windows, para los demás casos se utilizó el software SYSTAT versión 12.

Según lo manifestado por Hernández en su libro “Temas de Análisis Estadístico Multivariado”¹³⁷, no es necesario demostrar multinormalidad para el análisis discriminante, la homocedasticidad de las variables se comprobó mediante la prueba M de Box. Para todas las vertebrae y para cada una de las medidas se realizaron diferencias de medias para eliminar las variables que no fueran discriminatorias del sexo.

¹³⁶ Homocedasticidad: Las varianzas o covarianzas de los grupos a analizar deben ser iguales.

¹³⁷ Hernández Rodríguez Oscar “Temas de Análisis Estadístico Multivariado, Editorial Universidad de Costa Rica, Primera Edición, 1998.

6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRIMERA VERTEBRA CERVICAL -C1-

Se analizó la primera vértebra cervical de 178 individuos, de los cuales 58 correspondieron a mujeres y 120 a hombres. La diferencia por sexo de cada una de estas medidas se presenta en la **Tabla N° 35**.

VARIABLES	HOMBRE		MUJER		F	Sig.
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
AMAT	78.684	4.702	70.470	4.316	125.758	0.000
AMCS	49.925	2.994	46.965	2.877	39.195	0.000
AMTD	9.497	1.716	8.614	1.645	10.638	0.001
DAPTD	7.447	2.305	6.327	2.178	9.573	0.002
DAPTA	6.588	0.977	6.042	0.813	13.565	0.000
AMIAA	16.891	1.761	15.812	1.545	15.843	0.000
AMFV	28.978	1.744	27.673	2.364	17.203	0.000
LMFV	31.319	1.983	29.166	1.692	50.527	0.000

Tabla 35. Prueba de igualdad de medias para C1.

Todas las medidas tomadas a la vértebra C1 presentan diferencias estadísticamente significativas por sexo, particularmente la variable **AMAT (Gráfico N° 4)**.

El valor de la prueba M de Box fue de 30.987, con una significancia de 0.001, nos indica que las varianzas de las variables a analizar no son homocedásticas; por consiguiente no es debido realizar el análisis discriminante clásico de Fisher, en esta vértebra en particular se utilizó el análisis discriminante cuadrático, el cual presentó el porcentaje más alto de clasificación correcta.

De acuerdo con los coeficientes discriminantes estandarizados, el orden de importancia de las variables óptimas para discriminar sexualmente a un individuo a partir de C1 son: **AMAT**, seguida de **LMFV**, **DAPTD** y **AMFV (Tabla N° 36)**.

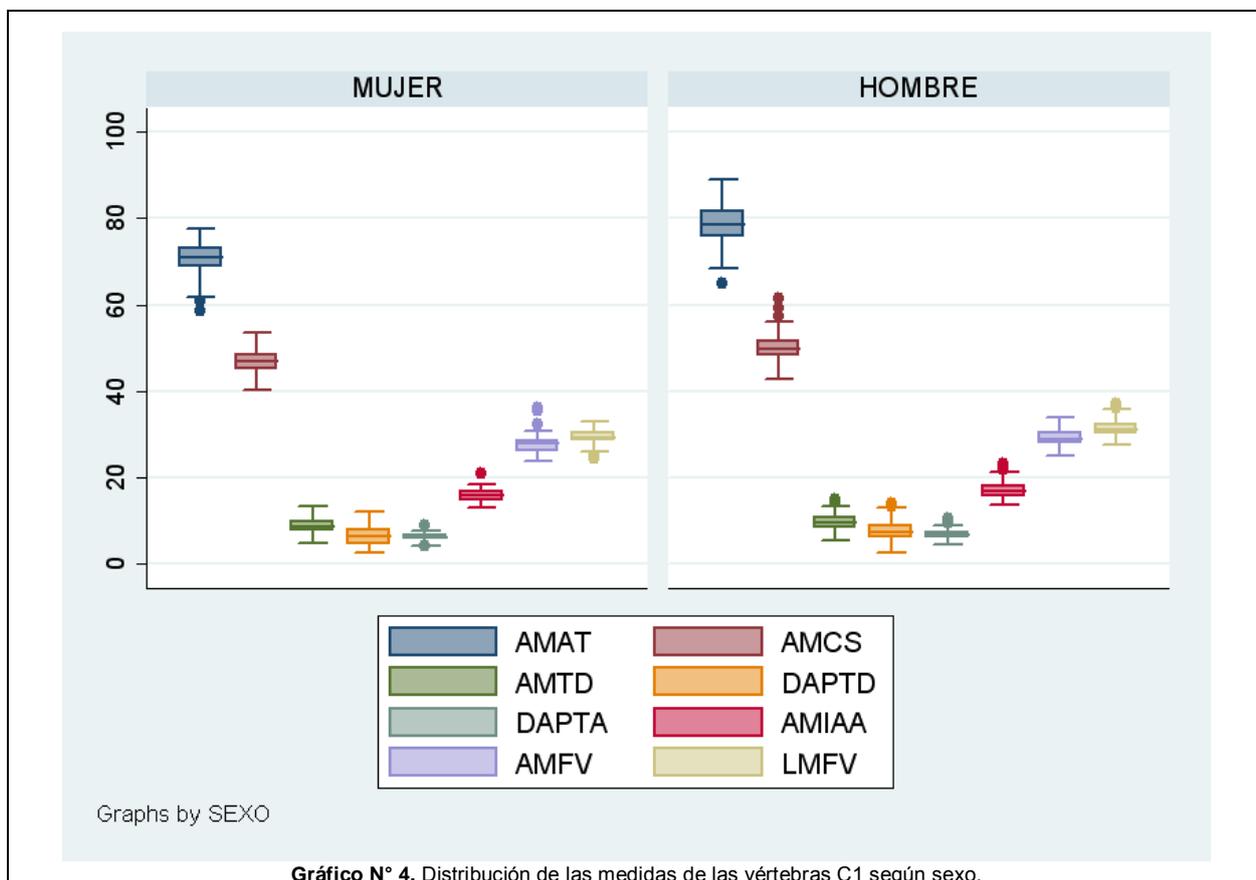


Gráfico N° 4. Distribución de las medidas de las vértebras C1 según sexo.

VARIABLE	FUNCIÓN 1
AMAT	0.185
DAPTD	0.13
AMFV	-0.139
LMFV	0.298
Constante	-20.125

Tabla 36. Coeficientes canónicos no estandarizados de la función discriminante en C1.

De la Tabla 36, se obtiene la siguiente ecuación discriminante:

$$0.185*AMAT + 0.13*DAPTD \dot{=} 0.139*AMFV + 0.298*LMFV \dot{=} 20.125$$

El punto de corte de la función es cero; por consiguiente, un individuo se clasificaría como hombre sí y solo sí, la ecuación discriminante arroja valores positivos; los valores negativos corresponderían a mujeres. Los centroides de la función discriminante se sitúan en 0.692 para hombres y -1.431 para mujer. Los coeficientes de Fisher para efectos de clasificación se presentan en la **Tabla N° 37**.

VARIABLE	MUJER	HOMBRE
AMAT	1.888	2.5
LMFV	7.486	7.12
DAPTD	4.432	3.215
AMFV	2.612	3.188
Constante	-230.042	-271.744

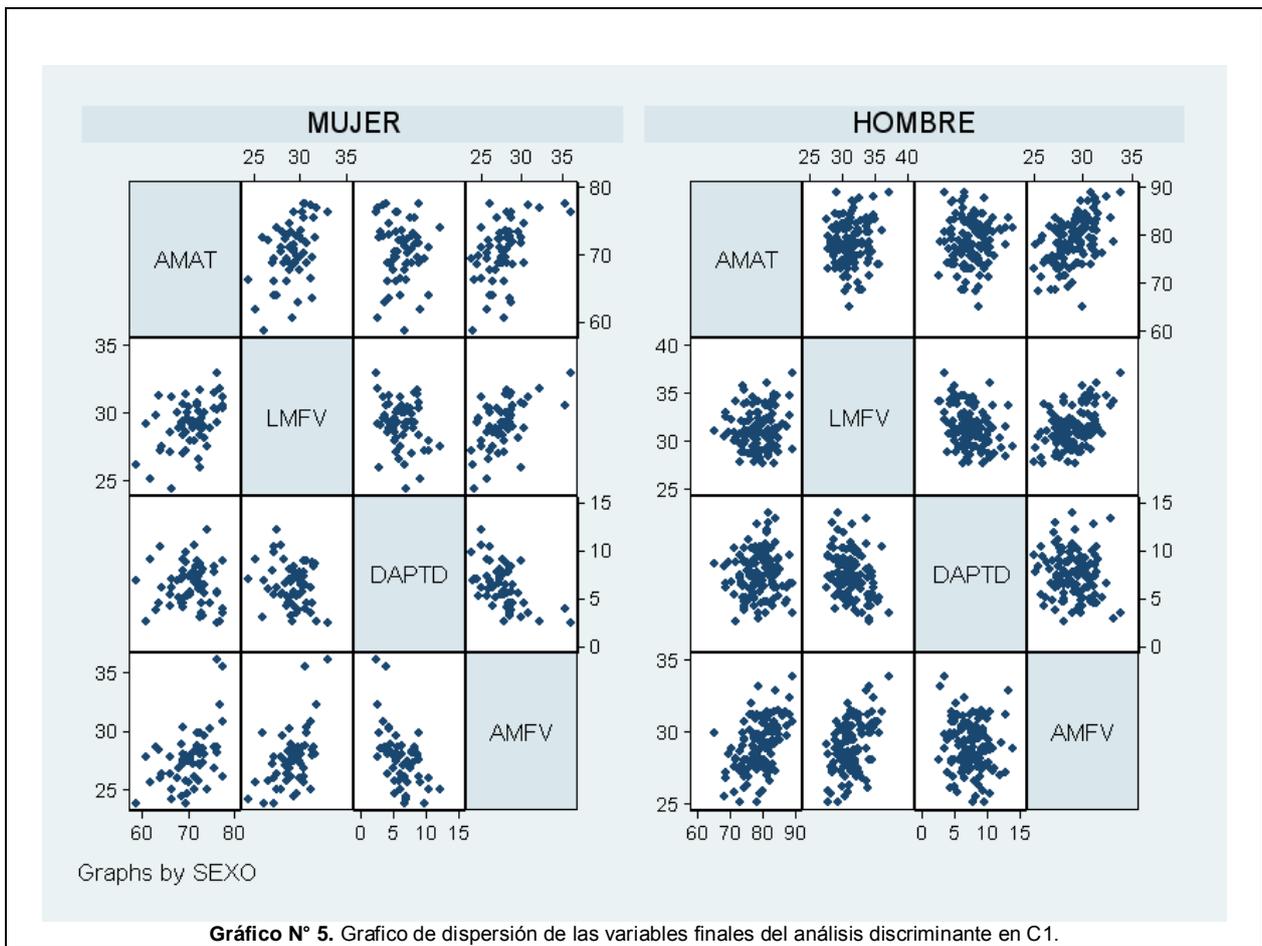
Tabla 37. Función discriminante cuadrática por sexo para C1.

Los valores más altos al utilizar la función de clasificación de Fisher permitirán ubicar al individuo según el sexo correspondiente. El resumen de la clasificación final de los cuerpos se presenta en la **Tabla N° 38**.

SEXO	MUJER	HOMBRE	% correct
MUJER	49	9	84
HOMBRE	10	110	92
Total	59	119	89

Tabla 38. Resumen final de la clasificación con la función discriminante cuadrática en C1.

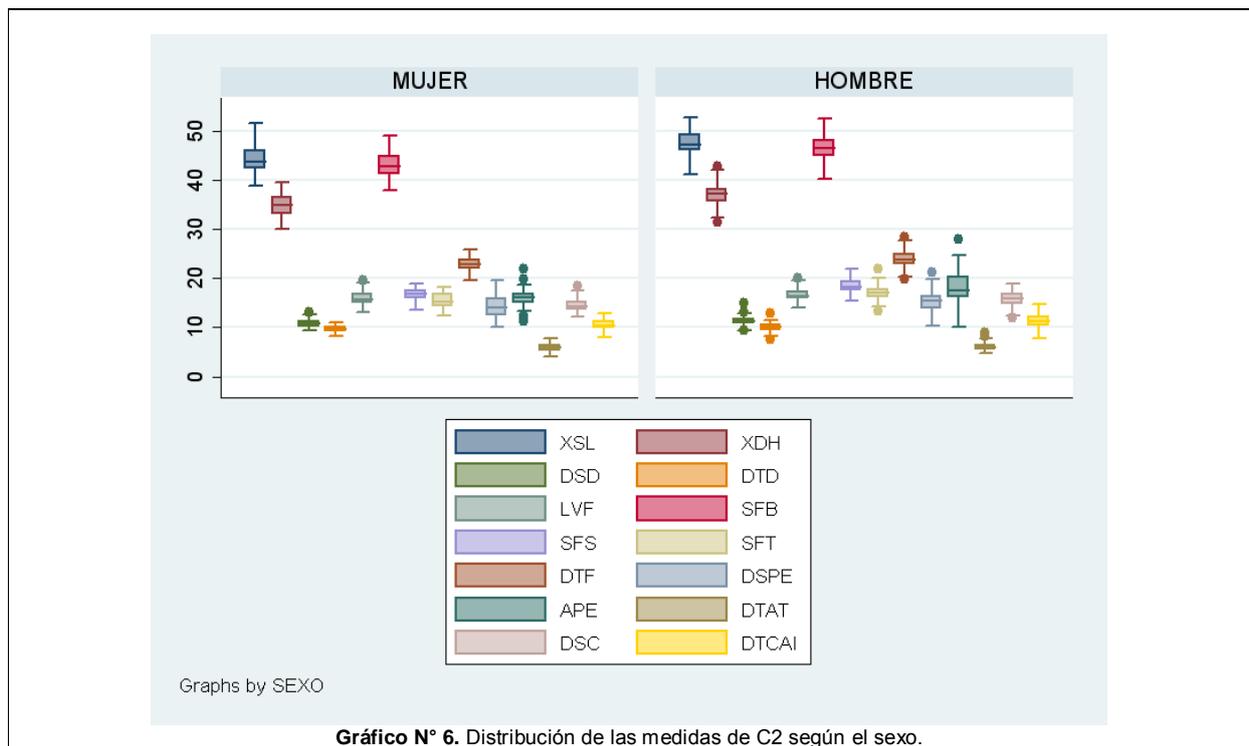
El porcentaje final de clasificación correcta fue de 89,3%, en los hombres, este porcentaje es más alto (92%) que en las mujeres (84%), en ellas las medidas de las vertebrae presentan mayor dispersión (**Gráfico N° 5**).



6.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SEGUNDA VERTEBRA CERVICAL -C2-

La variable **DTAT** no presenta diferencias estadísticamente significativas por sexo, lo cual significa que no permitiría diferenciar esta variable en la población examinada (**Gráfico N° 6**).

El valor de la M de Box para igualdad de covarianza fue de 27.566 y la significancia asociada a la prueba de 0.199, lo que nos permite inferir que la población presenta homocedasticidad.



El Lambda de Wilks final fue de 0.526, el cual es significativo (valor de $p=0.000$); es decir, que las variables **SFB**, **DSC**, **SFS**, **LVF** y **SFT** son las que mejor permiten diferenciar el sexo a partir de segunda vértebra cervical.

De acuerdo con los coeficientes discriminantes estandarizados, el orden de importancia de las variables para la discriminación del sexo en C2 son: **DSC**, seguido de **SFS**, **LVF**, **SFT** y **SFB**. Los coeficientes canónicos de la función discriminante se muestran en la **Tabla N° 39**.

VARIABLE	FUNCIÓN 1
LVF	0.260
SFB	0.127
SFS	0.278
SFT	0.243
DTAT	0.299
DSC	0.348
Constante	-26.085

Tabla 39. Coeficientes canónicos no estandarizados de la función discriminante en C2.

De la **Tabla 39**, se obtiene la siguiente ecuación discriminante:

$$0.260*LVF + 0.127*SFB + 0.278*SFS + 0.243*SFT + 0.299*DTAT + 0.348*DSC - 26.085$$

El punto de corte de la función es cero; por consiguiente, un individuo se clasificaría como hombre si y solo si, la ecuación discriminante arroja valores positivos; los valores negativos corresponderían a mujeres. Los centroides de la función discriminante se sitúan en 0.675 para hombres y -1.324 para mujer.

Para efectos de clasificación, los coeficientes de Fisher se presentan en la **Tabla N° 40**.

VARIABLE	SEXO	
	MUJER	HOMBRE
LVF	9.795	10.315
SFB	3.871	4.125
SFS	5.339	5.895
SFT	3.909	4.395
DTAT	12.325	12.923
DSC	8.542	9.238
Constante	-334.520	-385.347

Tabla 40. Coeficientes de Fisher de la función discriminante en C2.

Los valores más altos al utilizar la función de clasificación de Fisher permitirán ubicar al individuo según el sexo correspondiente. El resumen de la clasificación final de los cuerpos se presenta en la **Tabla N° 41**.

SEXO	PRONOSTICO		TOTAL
	MUJER	HOMBRE	
MUJER	37	15	52
HOMBRE	10	93	103
MUJER	71.2	28.8	100.0
HOMBRE	9.7	90.3	100.0

Tabla 41. Resumen final de la clasificación con la función lineal de Fisher en C2.

El porcentaje final de clasificación correcta fue de 83,9%, en los hombres, este porcentaje es más alto que en las mujeres, en ellas las medidas de las vertebrae presentan mayor dispersión (**Gráfico N° 7**) La clasificación individual de cada caso se presenta en la **Tabla N° 3 del Anexo 1**.

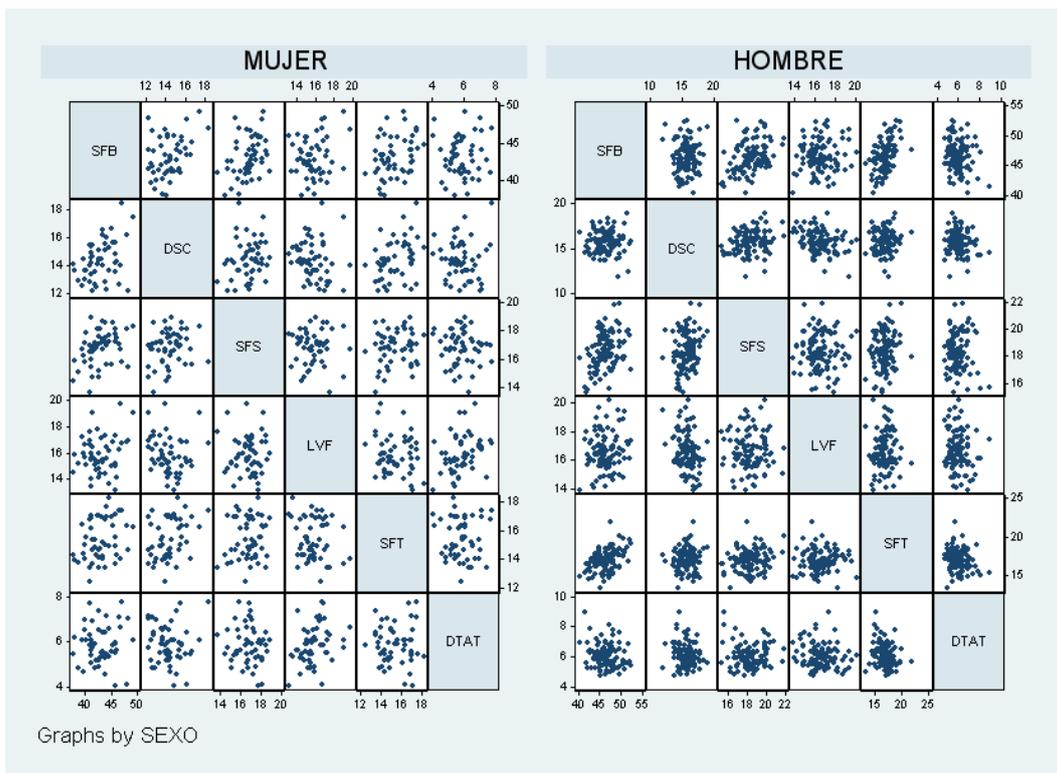


Gráfico N° 7. Grafico de dispersión de las variables finales del análisis discriminante en C2.

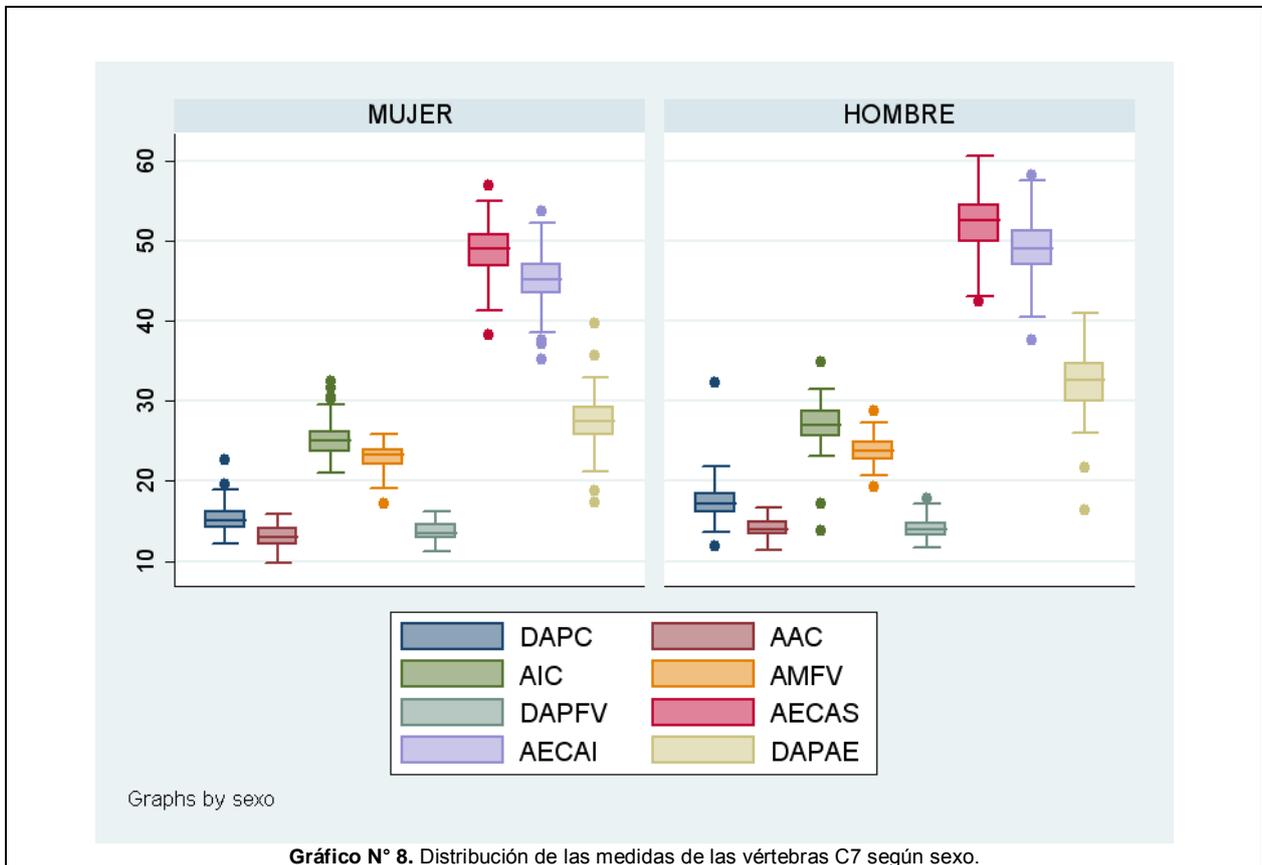
6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO SÉPTIMA VERTEBRA CERVICAL -C7-

En esta serie se analizó la séptima vértebra cervical de 186 individuos, 61 femeninos y 125 masculinos, los análisis de igualdad de medias por sexo se presentan en la **Tabla N° 42**.

VARIABLE	MASCULINO		FEMENINO		F valor	SIGNIFICANCIA
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
DAPC	17.328	2.349	15.365	1.917	32.120	0.000
AAC	14.009	1.183	12.995	1.372	27.045	0.000
AIC	27.020	2.587	25.277	2.348	19.745	0.000
AMFV	23.878	1.644	22.955	1.570	13.294	0.000
DAPFV	14.060	1.249	13.679	1.095	4.118	0.044
AECAS	52.262	3.247	48.705	3.507	46.676	0.000
AECAI	48.998	3.533	45.153	3.727	46.832	0.000
DAPAE	32.380	3.603	27.519	3.780	72.263	0.000

Tabla 42. Prueba de igualdad de medias por sexo en C7.

Las medidas tomadas a las vertebrae permiten diferenciar el sexo de los individuos, sin embargo, se estableció que la dimensión **DAPFV** es la menos diferenciadora de las variables (**Gráfico N° 8**).



La prueba de M de Box para homogeneidad de covarianzas genera un valor de 8.529, con una significancia de 0.6, por consiguiente se aprueba la hipótesis de covarianzas iguales; supuesto estrictamente necesario para el análisis discriminante lineal.

De acuerdo con lo anunciado en la sección de materiales y métodos, la técnica seleccionada para el análisis discriminante fue la de introducción de variables (Stepwise Forward), las variables incluidas en cada paso se presentan en la **Tabla N° 43**.

PASO	VARIABLE	TOLERANCIA	F PARA REMOVE	LAMBDA DE WILKS
1	DAPAE	1.000	72.263	
2	DAPAE	0.999	58.517	0.851
	DAPC	0.999	20.683	0.718
3	DAPAE	0.942	36.023	0.728
	DAPC	0.977	14.316	0.656
	AECAI	0.921	11.167	0.645
4	DAPAE	0.941	35.404	0.708
	DAPC	0.848	18.786	0.654
	AECAI	0.866	6.835	0.614
	DAPFV	0.839	4.789	0.608

Tabla N° 43. Variables introducidas en cada paso del análisis discriminante en C7.

El Lambda de Wilks final fue de 0.592, el cual es significativo (valor de $p=0.000$); es decir, que las medidas **DAPAE**, **DAPC**, **AECAI** y **DAPFV** son las que mejor permiten diferenciar el sexo con base en C7.

Al revisar los valores de los coeficientes discriminantes estandarizados, se observa que la variable más importante para la discriminación del sexo es **DAPAE**, seguido de **DAPC**, **AECAI** y **DAPFV**.

Los coeficientes canónicos de la función discriminante se muestran en la **Tabla N° 44**.

COEFICIENTE	VALOR
DAPC	0.235
DAPFV	0.228
AECAI	0.089
DAPAE	0.178
(Constante)	-16.856

Tabla 44. Coeficientes canónicos no estandarizados de la función discriminante en C7.

De acuerdo con la **Tabla N° 44**, la ecuación discriminante es:

$0.235 * DAPC + 0.228 * DAPFV + 0.089 * AECAI + 0.178 * DAPAE \dot{E} 16.856$

El punto de corte de la función es cero; por consiguiente, un individuo se clasifica como hombre sí y solo sí, la ecuación discriminante arroja valores positivos; los valores negativos corresponden a mujeres. Los centroides de la función discriminante se sitúan en 0.577 para hombres y -1.182 para mujer. Para efectos de clasificación los coeficientes lineales de Fisher de la función discriminante se presentan en la **Tabla N° 45**.

VARIABLE	SEXO	
	MUJER	HOMBRE
DAPC	4.458	4.872
DAPFV	10.922	11.324
AECAI	2.071	2.228
DAPAE	1.377	1.690
Constante	-175.761	-204.150

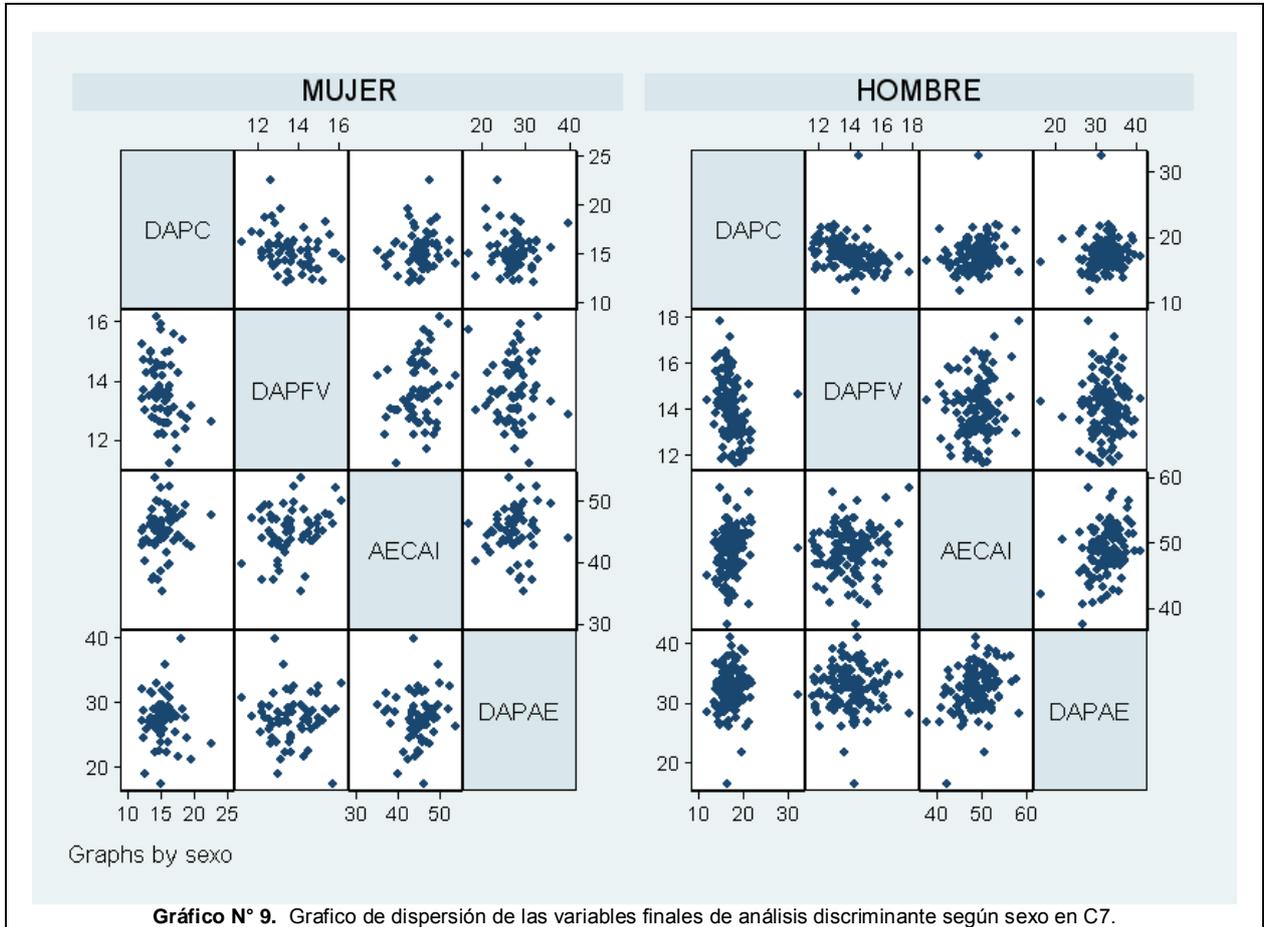
Tabla N° 45. Coeficientes lineales de Fisher de la función discriminante en C7.

De acuerdo con la **Tabla N° 45**, un individuo se clasificaría en aquel grupo que obtenga el mayor valor de la función discriminante, la clasificación de cada individuo se presenta en la **Tabla N° 1** del **Anexo 1**. El resumen final de la clasificación se muestra en la **Tabla N° 46**.

	SEXO	GRUPO PRONOSTICADO		TOTAL
		MUJER	HOMBRE	
CUENTA	MUJER	43	18	61
	HOMBRE	13	112	125
%	MUJER	70.5	29.5	100.0
	HOMBRE	10.4	89.6	100.0

Tabla N° 46. Resultado de la clasificación final por sexo en C7.

De acuerdo con la **Tabla N° 46**, el 83.3% de los casos se clasifican correctamente; al relacionar esta información con el **Gráfico N° 9**, se puede observar que el porcentaje de hombres correctamente clasificados (89.6%) es mayor que el de mujeres (70.5), debido a que en estas últimas, la variación de las medidas de las vértebras es mayor.



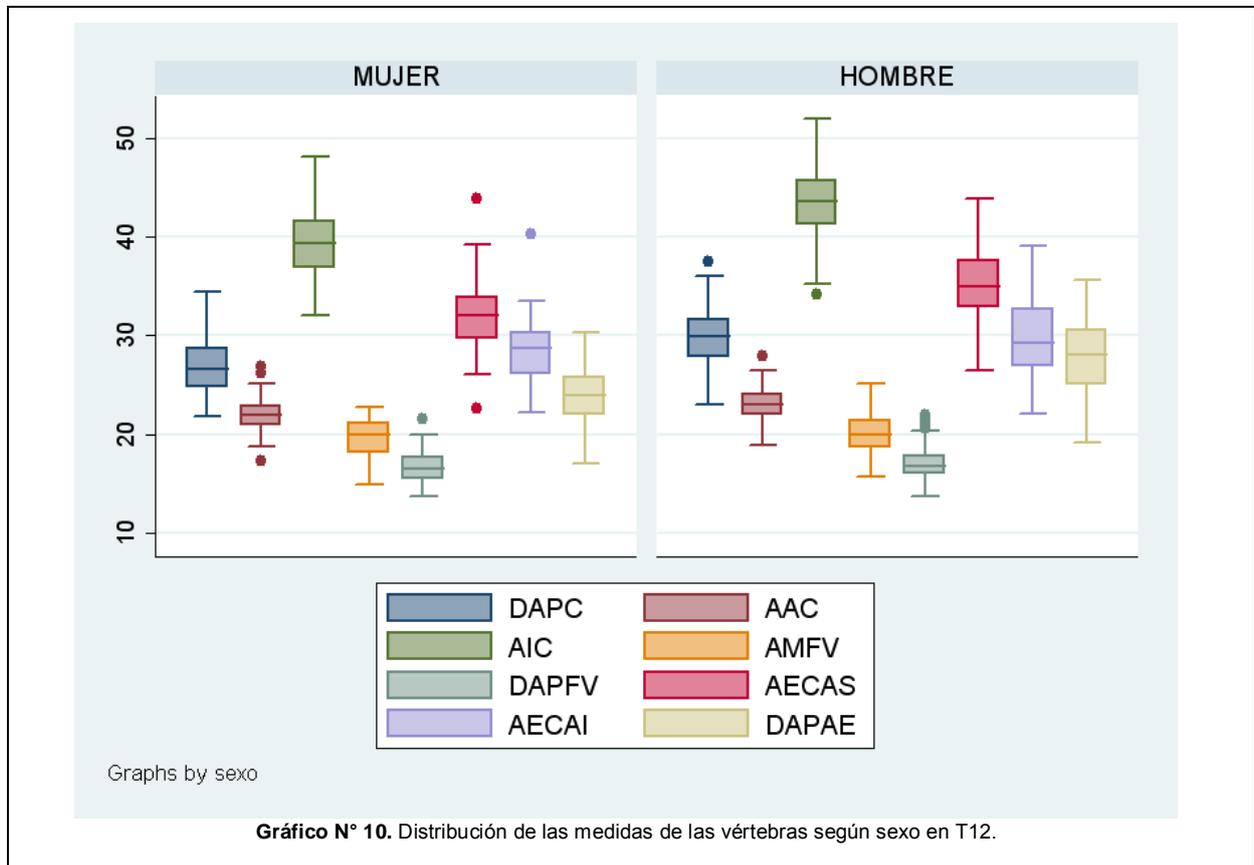
6.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DÉCIMA SEGUNDA VERTEBRA TORÁCICA -T12-

Se analizaron las décimo segunda vértebras torácicas de 176 cuerpos, de los cuales 54 correspondían a mujeres y 123 a hombres. Las diferencia de medias por sexo de cada una de las medidas tomadas a la vertebra se presentan en la **Tabla N° 47**.

VARIABLES	HOMBRE		MUJER		F	SIGNIFICANCIA
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
DAPC	29.905328	2.6347529	26.853148	2.7913342	48.427	0.000
AAC	22.999016	1.6401781	21.902963	1.7826751	15.841	0.000
AIC	43.526639	3.2513917	39.217407	3.5332812	62.317	0.000
AMFV	20.016393	1.9020359	19.615185	1.9799531	1.624	0.204
DAPFV	17.059754	1.5840572	16.627778	1.5745543	2.794	0.096
AECAS	35.303361	3.3890247	31.978333	3.5634098	34.909	0.000
AECAI	29.641885	3.5335746	28.579074	3.1409518	3.618	0.059
DAPAE	27.747705	3.6952366	24.145741	3.0774865	39.227	0.000

Tabla 47. Prueba de igualdad de medias por sexo para la vértebra T12

Las variables **AMFV**, **DAPFV**, **AECAI**, no presentan estadísticamente diferencias significativas por sexo (**Gráfico N° 10**), por consiguiente no fueron consideradas en el análisis.



De acuerdo al **Gráfico N° 10**, las variables más óptimas para diferenciar el sexo corresponden a DAPC, AIC, AECAS y DAPAE.

La prueba M de Box para igualdad de covarianzas da como resultado 10.692, con una significancia de 0.409, por consiguiente, se acepta la hipótesis nula de homocedasticidad, lo cual permitió realizar un análisis discriminante lineal de Fisher.

Las variables introducidas en el modelo en cada uno de los pasos se presentan en la **Tabla N° 48**.

PASO	VARIABLE	TOLERANCIA	F para remover	LAMBDA DE WILKS
1	AIC	1.000	62.317	
2	AIC	0.894	31.110	0.816
	DAPAE	0.894	11.167	0.736
3	AIC	0.829	19.283	0.741
	DAPAE	0.879	8.331	0.699
	AECAS	0.882	6.521	0.692
4	AIC	0.621	6.283	0.672
	DAPAE	0.874	7.057	0.675
	AECAS	0.882	5.975	0.671
	DAPC	0.686	4.788	0.666

Tabla N° 48. Variables introducidas en cada paso del análisis discriminante en T12.

Este resultado es acorde con los valores de la prueba F presentados en la **Tabla N° 42**, ya que estas variables fueron las que presentaron mayor valor. El Lambda de Wilks final fue de 0.648, el cual es significativo (valor de $p=0.000$); es decir, que las medidas **AIC**, **DAPAE**, **AECAS** y **DAPC** son las que mejor permiten diferenciar el sexo con base en T12.

Al revisar los valores de los coeficientes discriminantes estandarizados, se observa que la variable más importante para la discriminación del sexo es **AIC**, seguida de **DAPAE**, **DAPC**, y **AECAS**. Los coeficientes canónicos de la función discriminante se muestran en la **Tabla N° 49**.

VARIABLES	Función
	1
DAPC	0.125
AIC	0.121
AECAS	0.096
DAPAE	0.102
Constante	-14.723

Tabla 49. Coeficientes canónicos no estandarizados de la función discriminante en T12.

De acuerdo con la **Tabla N° 49**, la ecuación discriminante es la siguiente:

$$0.125 \cdot \text{DAPC} + 0.121 \cdot \text{AIC} + 0.096 \cdot \text{AECAS} + 0.102 \cdot \text{DAPAE} - 14.723$$

El punto de corte de la función es cero; por consiguiente, un individuo se clasificaría como hombre sí y solo sí, la ecuación discriminante arroja valores positivos; los valores negativos corresponden a mujeres. Los centroides de la función discriminante se sitúan en 0.487 para hombres y -1.101 para mujer. Para efectos prácticos, los coeficientes de clasificación se presentan en la **Tabla N° 50**.

VARIABLES	SEXO	
	MUJER	HOMBRE
DAPC	1.704	1.903
AIC	1.979	2.170
AECAS	1.656	1.808
DAPAE	.666	.828
Constante	-97.386	-119.467

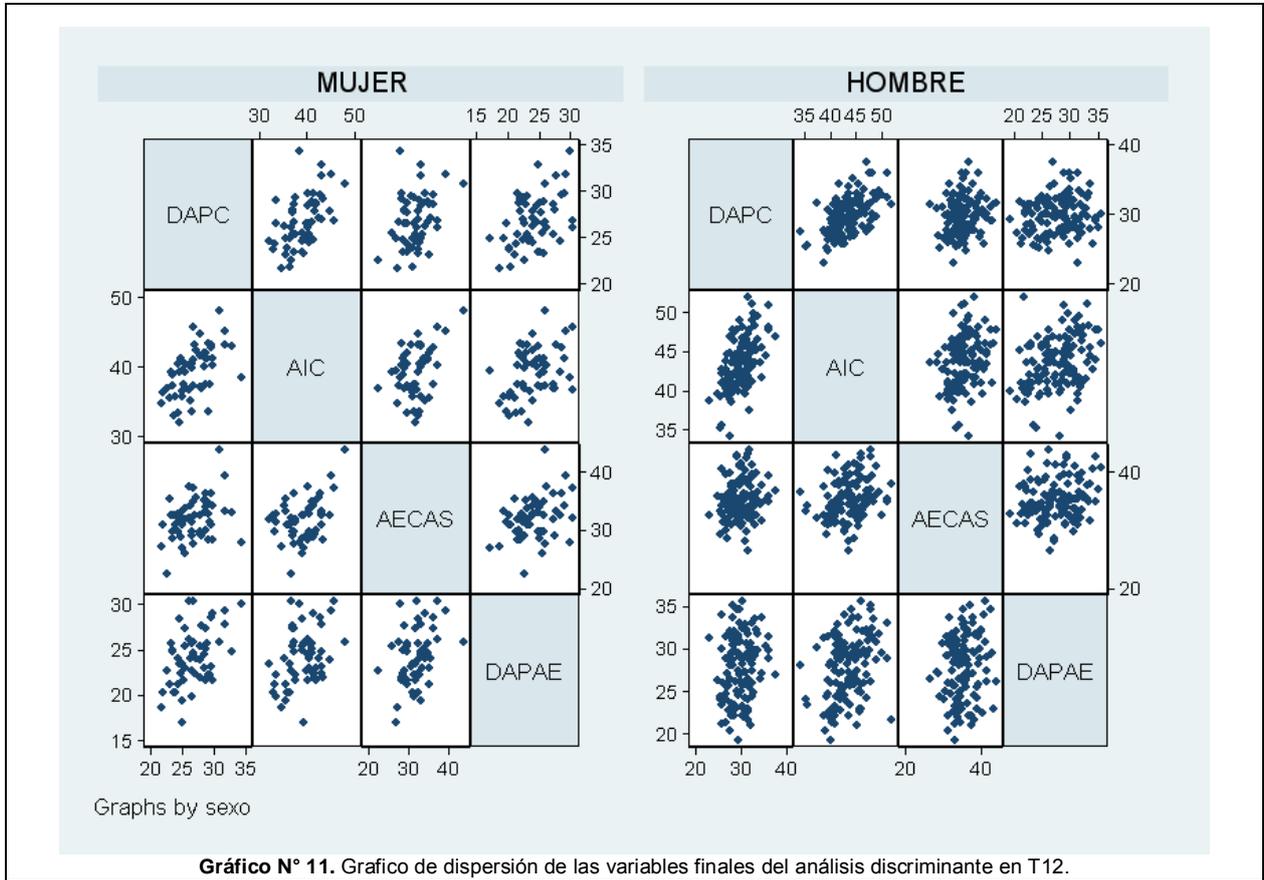
Tabla 50. Coeficientes lineales de Fisher de la función discriminante en T12.

Los valores más altos al utilizar la función de clasificación de Fisher, permitirán ubicar al individuo según el sexo correspondiente. El resumen de la clasificación final de los cuerpos se presenta en la siguiente **Tabla N° 51**.

	SEXO	PRONOSTICO		TOTAL
		MUJER	HOMBRE	
CASOS	MUJER	35	19	54
	HOMBRE	12	110	122
%	MUJER	64.8	35.2	100.0
	HOMBRE	9.8	90.2	100.0

Tabla 51. Resumen final de la clasificación con la función lineal de Fisher en T12.

El 82.4% de los casos se clasifican correctamente, la mayor proporción corresponde a los hombres, que de acuerdo al **Grafico N° 11**, presentan menos variación. La clasificación individual de cada caso se presenta en la **Tabla N° 2** del **Anexo N° 1**.



6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE QUINTA VERTEBRA LUMBAR -L5-

Se analizaron las quintas vértebras lumbares de 171 cuerpos de los cuales 58 correspondían a mujeres y 113 a hombres. La diferencia de medias por sexo de cada una de las medidas tomadas a dichas vértebras se muestra en la **Tabla N° 52**.

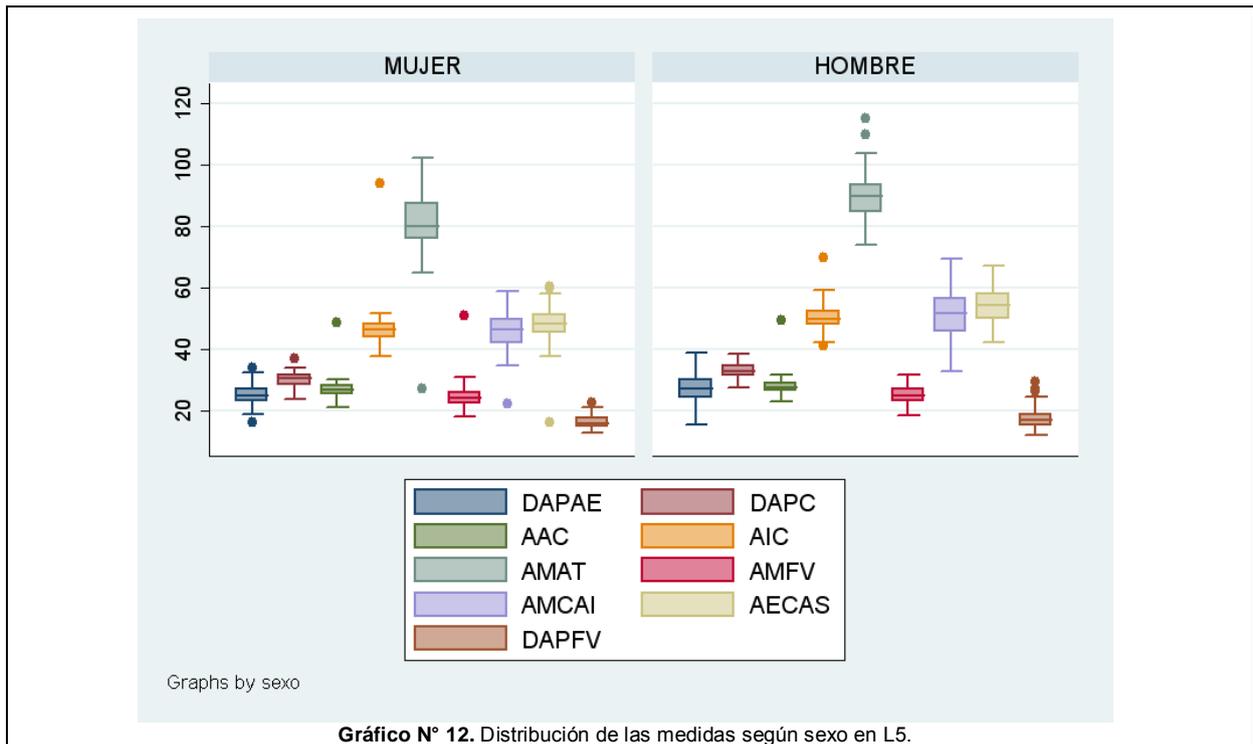
VARIABLES	HOMBRE		MUJER		F	Sig.
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
DAPAE	26.900	4.504	25.392	3.469	4.980	0.027
DAPC	33.187	2.382	30.218	2.337	60.340	0.000
AAC	27.997	2.696	27.157	3.546	2.987	0.086
AIC	50.361	3.750	47.004	6.992	16.740	0.000
AMAT	89.593	7.198	80.746	10.979	40.001	0.000
AMFV	25.300	2.979	24.896	4.329	0.514	0.474
AMCAI	51.330	7.716	46.229	6.470	18.613	0.000
AECAS	54.126	5.816	47.917	6.736	39.174	0.000
DAPFV	17.330	3.104	16.427	2.317	3.810	0.053

Tabla 52. Prueba de igualdad de medias por sexo en L5.

Se encontró que las variables AMFV, DAPFV y AAC no discriminan sexualmente la población examinada, ya que no presentan diferencias estadísticamente significativas (**Gráfico N° 12**).

El valor de la prueba M de Box fue de 156.638, con una significancia de 0.000, lo que nos indica que las varianzas de las variables a analizar no son homocedásticas, por consiguiente se debe emplear una técnica diferente al análisis discriminante lineal, como lo es análisis discriminante robusto cuadrático. Se seleccionó esta técnica con esta vértebra en particular debido a que fue la que presentó el porcentaje más alto de clasificación correcta, pues reduce la influencia de los valores altos u outlier en el análisis.

La función discriminante por sexo se presenta en la **Tabla N° 53**.



VARIABLE	MUJER	HOMBRE
AIC	4.653	5.19
AMAT	0.807	0.874
AMFV	-0.636	-1.452
AECAS	0.182	0.507
Constant	-137.41	-164.739

Tabla N° 53. Función discriminante por sexo en L5.

Los valores más altos al utilizar la función de clasificación permitirán ubicar al individuo según el sexo correspondiente; es decir, un espécimen se clasificaría como hombre sí y solo sí:

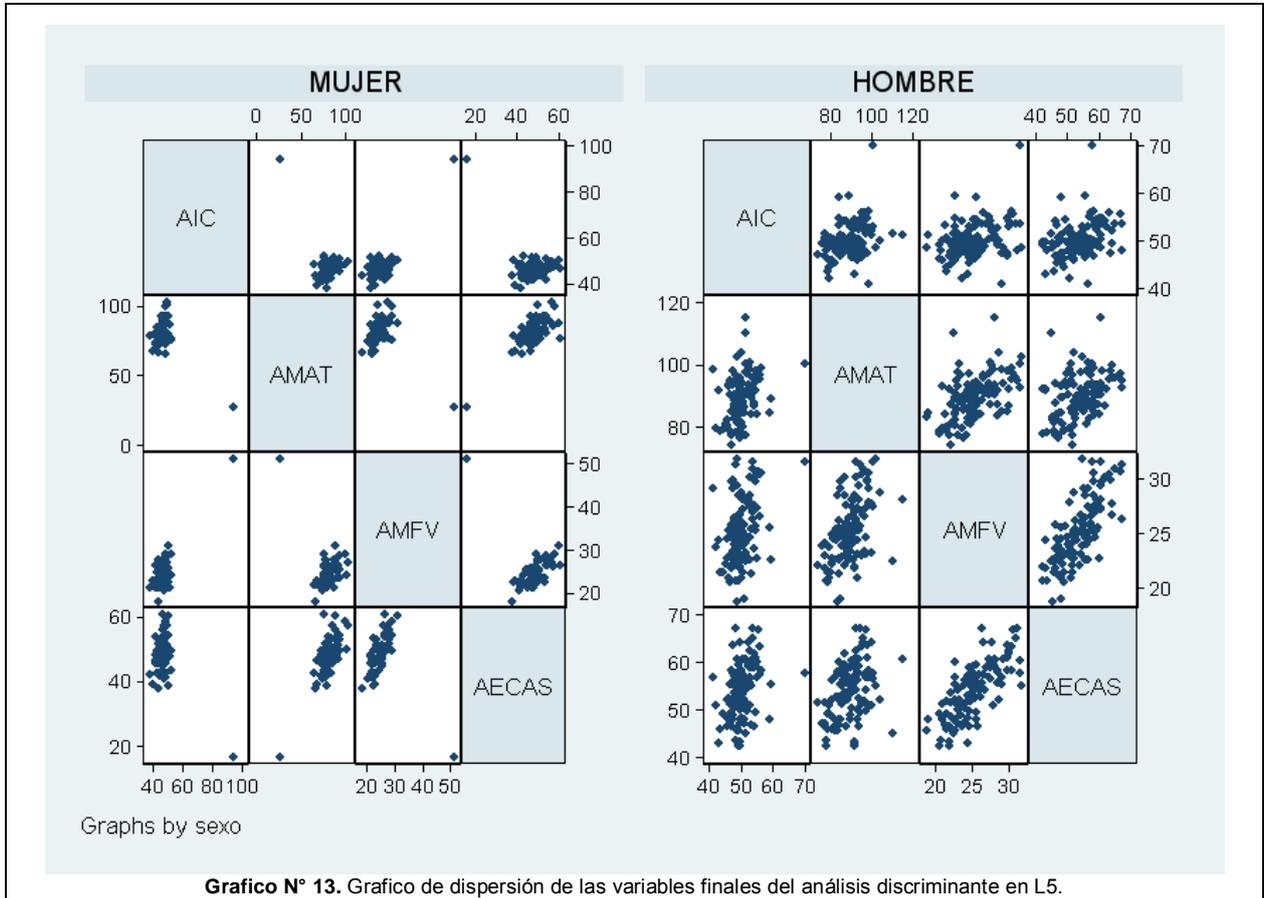
$$5.190 \cdot AIC + 0.874 \cdot AMAT - 1.452 \cdot AMFV + 0.507 \cdot AECAS - 164.739 \text{ es mayor que } 4.653 \cdot AIC + 0.807 \cdot AMAT - 0.636 \cdot AMFV + 0.182 \cdot AECAS - 137.41$$

El resumen de la clasificación final de los cuerpos se presenta en la **Tabla N° 54**.

	MUJER	HOMBRE	% Correcto
MUJER	41	17	71
HOMBRE	10	103	91
TOTAL	51	120	84

Tabla 54. Resumen final de la clasificación con discriminante robusto en L5.

El porcentaje final de clasificación correcta fue de 84,2%, en los hombres este porcentaje es más alto que en las mujeres, en ellas las medidas de las vertebrae presentan mayor dispersión (**Gráfico N° 13**).



7. DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN

La determinación de sexo de cadáveres complejos a partir de la valoración cuantitativa de vértebras no es un método aplicado cotidianamente en el diagnóstico que adelantan los antropólogos forenses para responder dicho interrogante, contrario a lo que sí ocurre con otras estructuras óseas del esqueleto humano.

Las cifras de estudios adelantados en el ámbito internacional para establecer sexo a partir de vértebras son muy bajas, hemos encontrado solamente el reporte de 6 estudios a nivel mundial (3 con C1, 1 con C2, 1 con C7 y 1 con T12); quizás una de las principales razones para los escasos de estos estudios parece coincidir con la existencia de pocas colecciones óseas humanas apropiadas, es decir, bien documentadas y preferiblemente conformadas por individuos de quienes se conozcan sus datos biográficos; adicionalmente, es ideal implementar también estudios sistemáticos sobre sexo, filiación racial, edad y talla en poblaciones vivas, pues como bien lo señala Coon¹³⁸, necesitamos estudiar a los vivos antes de poder comenzar a entender a los muertos.

Es importante señalar que nuestro estudio no hizo énfasis en adelantar procedimientos técnicos para enmarcar a cada individuo dentro de un patrón ancestral definido, de manera particular porque la población colombiana es el resultado de un proceso de mestizaje que data de más de 500 años, lo cual ha convergido en que el habitante colombiano promedio es el resultado de la mixtura de los tres grandes grupos raciales

¹³⁸ COON, C.S. Adaptaciones Raciales -Un estudio de los orígenes, naturaleza y significado de las variaciones raciales en los humanos-. Editorial Labor, S.A., Barcelona, 1984:43.

conocidos -Caucasoides, Mongoloides y Negroides-; dando como resultado individuos que presentan en mayor o menor escala, algunos rasgos morfológicos y osteomorfológicos de los tres grupos citados grupos.

Para reforzar nuestro argumento con respecto al patrón racial en nuestro estudio, es importante traer a colación la afirmación de Wescott (2000)¹³⁹ en su estudio de sexo a partir de segundas vértebras cervicales. Él señala acertadamente que las fórmulas discriminantes resultantes de su estudio, provienen de la mezcla de varios grupos raciales examinados (negros y blancos), es decir, que a pesar que se conocía el ancestro de los individuos, dicho factor no fue tenido en cuenta como variable para el análisis, pues a pesar que se hubiera podido llevar a cabo, ello no sería de gran utilidad, especialmente porque en la práctica, los casos muy fragmentados impiden determinar con exactitud el patrón racial.

Otra razón importante por la que no hicimos énfasis en el patrón racial de la muestra es muy bien explicada por Rodríguez (1994)¹⁴⁰, quien menciona que “Así, los intentos de delimitación racial en Colombia, y quizás en la mayoría de países latinoamericanos, constituye un procedimiento de aproximación, el cual, conjuntamente con el sexo, edad, proporciones corporales y rasgos individualizantes contribuye a destacar posibles víctimas relacionadas con los restos óseos en estudio. Si el esqueleto en cuestión pertenece a un mestizo, el establecimiento de la proporción racial en su fenotipo es una labor casi imposible, así como la reconstrucción del color de su piel, cabellos, ojos. No obstante, lo podemos identificar como mestizo con rasgos negroides, mongoloides o caucasoides acentuados, según la combinación que exprese el prognatismo

¹³⁹ WESCOTT DJ. Sex Variation in the Second Cervical Vertebra. J. Forensic Sciences 2000:45(2)462-466

¹⁴⁰ RODRÍGUEZ, J.V. (1994). Introducción a la Antropología Forense -Análisis e Interpretación de Restos Óseos Humanos-. Anaconda Editores, Bogotá, Colombia (pp:156).

dentoalveolar con el *sulcus praenasalis*; incisivos en pala aunados a un fuerte aplanamiento facial; rostro perfilado y ortognato relacionado con huesos nasales muy angostos y pronunciados”.

A los planteamientos anteriores y como complemento a lo dicho por Wescott y Rodríguez, es importante resaltar que la presente investigación tuvo dentro de sus objetivos generar fórmulas discriminantes para ser utilizadas en cuerpos complejos (generalmente encontrados incompletos, o con notorias alteraciones de tipo tafonómico) que aún conserven alguna de las vértebras que hemos evaluado; por lo tanto, compartimos y reforzamos dichas hipótesis, en el sentido que cuando nuestras fórmulas sean utilizadas, posiblemente será en cadáveres con alteraciones de tipo morfológico que dificultarán los procedimientos para orientar la filiación racial predominante.

El presente estudio confirma a partir de la estadística aplicada, que las vértebras evaluadas puede utilizarse para establecer el sexo de un cadáver con niveles de exactitud similares, y en algunos casos, con mayor certeza que los que brindan otras estructuras óseas.

Obtuvimos funciones discriminantes evaluando cuantitativamente C1, C2, C7, T12 y L5, éstas muestran un buen nivel de significancia (89.3%, 84.2%, 83.9%, 83.3% y 82.4% respectivamente) reflejada en los porcentajes de individuos masculinos y femeninos correctamente clasificados que se muestran en el numeral de Resultados y que resumimos en los siguientes párrafos:

C1 o Primera Vértebra Cervical: Todas las dimensiones evaluadas en la muestra de C1 presentaron diferencias estadísticamente significativas por sexo, particularmente la

variable **AMAT**. Según los coeficientes discriminantes estandarizados, el orden de importancia de acuerdo al porcentaje de clasificación correcto son: **AMAT**, seguida de **LMFV**, **DAPTD** y **AMFV**.

El porcentaje final de clasificación correcta fue de 89,3%, en los hombres, este porcentaje es más alto (92%) que en las mujeres (84%), pues estas últimas presentaron mayor dispersión.

C2 o Segunda Vértebra Cervical: El Lambda de Wilks final indicó que **SFB**, **DSC**, **SFS**, **LVF** y **SFT** son las variables que mejor permiten diferenciar el sexo a partir de segunda vértebra cervical, su orden de importancia es: **DSC**, seguido de **SFS**, **LVF**, **SFT** y **SFB**.

El porcentaje final de clasificación correcta para la muestra de C2 fue de 83,9%, en los hombres, siendo este porcentaje más alto que en las mujeres, en ellas las medidas presentaron mayor dispersión.

C7 o Séptima Vértebra Cervical: Los valores de los coeficientes discriminantes estandarizados señalan que la variable que mejor predice el sexo del individuo es **DAPAE**, seguida de **DAPC**, **AECAI** y **DAPFV**. El porcentaje final de clasificación correcta fue de 83,9%, en individuos masculinos, siendo más alto que en las mujeres, ya que estas últimas presentaron mayor dispersión.

Con esta vértebra el 83.3% de los casos se clasificaron correctamente, el porcentaje de hombres correctamente clasificados fue de 89.6%, siendo mayor que el de mujeres

(70.5%), debido a que en estas últimas, la variación de los valores de las dimensiones fue mayor.

T12 o Décimo Segunda Vértebra Dorsal: Los resultados muestran que las medidas **AIC, DAPAE, AECAS y DAPC** son las que mejor permiten diferenciar el sexo y que el 82.4% de los casos se clasificaron correctamente, correspondiendo la mayor proporción a individuos masculinos, quienes presentaron menos variación.

L5 o Quinta Vértebra Lumbar: Se encontró que 3 variables (AMFV, DAPFV y AAC) de las 9 evaluadas, no discriminan sexualmente la población examinada, ya que no presentan diferencias estadísticamente significativas.

De otro lado, es importante resaltar que el valor de la prueba M de Box indicó que las varianzas de las variables analizadas no eran homocedásticas, lo que conllevó a la utilización de una técnica diferente al análisis discriminante lineal, en este caso, el análisis discriminante robusto cuadrático. Se seleccionó dicha técnica con esta vértebra en particular, debido a que presentó el porcentaje más alto de clasificación correcta, reduciendo la influencia de los valores altos u outlier en el análisis.

El porcentaje final de clasificación correcta con L5 fue de 84,2%, en los hombres, éste porcentaje es más alto que en las mujeres, ya que en ellas las dimensiones presentan mayor dispersión.

Las fórmulas discriminantes generadas en el presente estudio son replicables, en la medida que: (1) se utilice la misma metodología y herramientas que hemos utilizado (calibrador digital), (2) que se ubiquen y midan correctamente las dimensiones

propuestas, con la herramienta adecuada, calibrador digital en buenas condiciones, el uso de éste último es relevante, dado que todas las dimensiones deben ser tomadas en milímetros; el tomar las medidas con calibradores manuales puede generar sesgos, en razón a que estos últimos no permiten precisar las décimas de milímetros.

8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

- El presente estudio generó funciones discriminantes evaluando cuantitativamente C1, C2, C7, T12 y L5, obteniendo 89.3%, 84.2%, 83.9%, 83.3% y 82.4% de confianza, la cual se ve reflejada en los porcentajes de individuos masculinos y femeninos correctamente clasificados.
- No obstante la efectividad de los resultados citados en el numeral anterior, y acorde con recomendaciones internacionales en el contexto forense de la identificación de cadáveres, es recomendable que además de utilizar vértebras para diagnosticar el sexo de un cadáver, se evalúen cuantitativa y cualitativamente las demás estructuras óseas disponibles del mismo, ello permitirá confirmar de manera certera el sexo del individuo, sin lugar a errores.
- Las fórmulas regresivas generadas durante la presente investigación pueden ser utilizadas en población colombiana, sin embargo, es importante experimentar su comportamiento en poblaciones extranjeras para realizar ajustes que permitan su respectiva validación.
- Los resultados obtenidos con L5 para establecer el sexo de un cadáver, se constituyen en el primer estudio de esta vértebra a nivel internacional, por lo cual consideramos que serán útiles para que sean aplicados y adaptados a otras poblaciones.

- Para la realidad forense colombiana, aplicar las presentes fórmulas para determinación de sexo -generadas por una investigación en población colombiana- en los estudios cotidianos a cuerpos no identificados, enriquece los estándares de calidad científica, lo cual va en pro de la credibilidad de cientos de personas que han reportado familiares como desaparecidos y que están a la espera que se culminen los estudios forenses en cadáveres no identificados.
- La presente investigación genera herramientas cuantitativas de alto valor científico para las Ciencias Forenses, de manera particular en el contexto de la identificación de cadáveres en diferentes estados de descomposición y procedentes de diversos contextos.
- La determinación de sexo a partir de los componentes de columna vertebral humana que hemos evaluado durante el presente estudio, se constituyen en una herramienta efectiva, con altos estándares de calidad y amplio soporte estadístico, que exige mínima inversión de recursos y genera respuestas oportunas.
- Es importante utilizar las fórmulas matemáticas generadas en poblaciones prehispánicas y prehistóricas, ello permitirá evaluar su aplicabilidad en estas poblaciones pretéritas, o en su defecto, realizar los respectivos ajustes.

9. BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN, I.; BOTELLA, M. C. & RUÍZ, L. (1997). Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. *Archiv. Esp. Morfol.*, 2:69-79, 1997.

ALT K.W., RIEMENSBERGER B., VACH W. & KREKELER G. (1998). Tooth root length and tooth neck diameter as indicators in sex determination of human *teeth*. *Anthropol Anz.* 56(2):131-1.

ÁLVAREZ, B. (2002). Dimorfismo sexual a partir de la odontometría y morfología de la corona del canino superior permanente en una población colombiana. Bogotá, monografía de grado, Especialización en Antropología Forense, citado por Rodríguez, J.V. en *La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas-* (2011:127).

AMOEDO O. (1988) *L'Art Dentaire en Médecine Légale*, París, Francia.

ANGEL, J.L. The Bases of Paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology*, Volume 30:427-435.

BERRIZBEITIA A. (1989) Sex determination with the head of the radius, *Journal of Forensic Sciences International*, V. 34 N° 5 Sept.

BIDMOS M.A.& DAYAL, R.M. (2004). Further Evidence to Show Population Specificity of Discriminant Function Equations for Sex Determination Using the Talus of South African Blacks *Journal Forensic Sciences*, November 2004, Vol. 49, No. 6.

BILODI A., SINHA B., KUMARAN S. (2002). Some observation on human clavicle. Journal of Nepal Medical Association, 41:441-445.

BOUCHER, B.J. (1955). Sex Difference in the Fetal Sciatic Notch. Journal of Forensic Medicine, (2):51-54.

BUIKSTRA, J. & UBELAKER, D.H. (1994). Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. Fayetteville, Arkansas: Archaeological Survey.

CASAS M., J.A., PINZÓN, J., N.D., ROMERO D., L.C., SÁNCHEZ C., S.M. (2009). Verificación de la aplicabilidad de la fórmula de regresión logística para determinar el sexo por medio de odontometría del canino inferior, en una muestra bogotana. Universitas Odontológica. 2009 Jul-Dic. 28(61)87-94.

COON, C.S. (1984). Adaptaciones Raciales -Un estudio de los orígenes, naturaleza y significado de las variaciones raciales en los humanos-. Editorial Labor, S.A., Barcelona, España, pp.:43.

CORREA, N.S. (2002) Determinación de Sexo a Partir del Análisis Métrico y Discriminante en una Muestra de Tibias en la población Local de Bogotá. Revista Colombiana de Ciencias Forenses, RCCF, Vol. 1:17-21

DEL RÍO M., P.A., SÁNCHEZ, J.A. & PRIETO, J.L. (2000). Determinación del sexo mediante el análisis de imagen en el atlas. Cuadernos de Medicina Forense; 2000; N° 22: 45-52.

DEL RÍO M., P.A., SÁNCHEZ S., J.A. (1997). Discriminación Sexual en la Séptima Vértebra Cervical Mediante el Análisis de Imagen. Revista Española de Medicina Legal; 1997; XXI (80-81):49-54.

DIAZ G., D.M. (2002) Análisis Osteométrico de Dimorfismo Sexual en una Muestra de Húmeros de Población Colombiana Contemporánea de Morgue, en Revista Colombiana de Ciencias Forenses, Bogotá - Colombia, RCCF, Vol. 1:6-10.

DITTRICK J. AND SUCHEY M. (1986). "Sex Determination of Prehistoric Central California Skeletal Remains Using Discriminant Analysis of the Femur and Humerus". En: American Journal of Physical Anthropology 1986:70:3-9.

DROSIA CH., ELIOPOULUS C., VANNA V., KOILIAS C.K & MANOLIS S.K. Sexual Dimorphism of the Arm Bones in a Modern Greek Population, J. Forensic Sci, January 2011, Vol. 56 N° 1doi: 10.1111/j.15556-4029.2010.01538.x.

DWIGHT, T. (1904/1905).The size of the articular surfaces of the long bones as characteristic of sex: An anthropological study. J. Anat, 4:19-32.

EVAN, J.R. (1994). Determinación de sexo mediante análisis discriminatorio de arcos dentales, a partir de modelos de una muestra de adolescentes en Bogotá. Tesis Posgrado de Ortodoncia, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia; citado por Rodríguez, J.V. en La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas- (2011:127).

FALSETTI ANTHONY B. (1995). Sex Assessment from metacarpals of the human hand". Journal Forensic Sciences 1995: 40(5):774-776.

FERNÁNDEZ C., F.J. MONREAL R., D.G., HERNÁNDEZ F., L.M., SÁNCHEZ S., J.A., CARTAGENA P., J.M. (2003). Estimación del sexo mediante el primer metatarsiano, en Nuevas Perspectivas del Diagnóstico Diferencial en Paleopatología, Actas del VII Congreso Nacional de Paleopatología, Mahón-Menorca, 02 al 05 de Octubre de 2003:443-454.

GILES, E. & ELLIOT, O. (1963). Sex Determination by Discriminant Function Analysis of Crania. American Journal of Forensic Anthropology. Volume 21, Issue 1, pages 53-68 1963.

GÓMEZ H., L. (2002). Determinación del sexo a partir de odontometría de canino superior izquierdo en población mestiza colombiana contemporánea de sala de necropsias. Tesis de posgrado en odontología legal y forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

GÓMEZ M, PEREA B, SÁNCHEZ JA, LABAJO E. (2006). Determinación del sexo a través de los dientes utilizando el análisis de imagen. Cient Dent 2006; 3; 2:121-127.

GENOVÉS S. (1964). Diferencias sexuales en el hueso coxal. México: UNAM; Instituto Nacional de Antropología e Historia.

GONZÁLEZ, E., VELASCO, J., DE LA ROSA, M. (2000) Sex Determination by Discriminant Function Analysis of the Right Tibia in the Prehispanic Population of the Canary Islands. *Journal Forensic Science*. 108:165-172.

GONZÁLEZ C.G., BOTELLA L. M.C., MORENO R. G., FERNÁNDEZ C. J.R. (2007) Age estimation by a dental method: a comparison of Lamendin's and Prince & Ubelaker's technique. *Journal of Forensic Sciences* (2007) Volume: 52, Issue: 5, Pages: 1156-1160

GUERRERO R., J.M. (2011). Dimorfismo sexual en clavículas de una población mestiza colombiana. Monografía de pregrado en antropología (inédito). Departamento de Antropología Universidad de los Andes.

HERNÁNDEZ R. O. (1998) "Temas de Análisis Estadístico Multivariado, Editorial Universidad de Costa Rica, Primera Edición.

INFORME DEL CICR (2003) The Missing -the right to know- Acción para resolver el problema de las personas desaparecidas a raíz de un conflicto armado o de violencia interna y para ayudar a sus familiares Las Personas Desaparecidas y sus Familiares. CICR/TheMissing/01.2003/ES/10 (original: ingles).

ISCAN, M.Y. & DERRICK, K. (1984). Determination of sex from the sacroiliac: A visual assessment technique. *Florida Sci*, 47:94-98.

ISCAN M.Y. & MILLER P. (1984) Discriminant Function Sexing of the Tibia. *Journal of Forensic Science*. Vol 29, Nº 4 Oct. 1984:1087-1093.

ISCAN, M.Y. & STEYN M. (1987) Sex Determination From The Femur and Tibia In South African Whites. *Journal of Forensic Sciences*. 90:111-119.

ISCAN M.Y. (1998). Rise of Forensic Anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*, 1998, Volume 31, Issue: S9, pp. 203-229

ISCAN, M. Y.; LOTH, S. R.; KING, C. A.; SHIHAI, D. & YOSHINO,M. (1998). Sexual dimorphism in the humerus: A comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais. *Forensic Sci. Int.*, 1998:98:17-29.

ISCAN, M.Y & STEYN, M. (1999). Osteometric Variation in the Humerus: Sexual Dimorphism in South Africans. *Forensic Science International* (6)2:77-85.

JANTZ, RL AND PH MOORE - JANSEN, (1989) Data collection Procedure For Forensic Skeletal Material. Report of investigations N° 48 The University of Tennessee, Department of Anthropology Knoxville .

JAROSLAV B., A Method for Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone. *American Journal of Physical Anthropology* 2002, 117:157-168

JIMÉNEZ-ARENAS, J.M. (2010). Discriminación de Sexo en una Población Medieval del Sur de la Península Ibérica Mediante el Uso de Variables Simples. *Int. J. Morphol.*, 28(3):667-672.

JIT I. & SINGH S. (1966). The sexing of human clavicles. Indian journal of medical research. 54(6):551-571.

JIT I. & SINGH S. (2002). Length and curves of the clavicle in northwest Indians. Journal of Anat. Soc. India 51(2) 199-209

KANCHAN R.P., RAJENDRA N.M. (2005). Determination of sex by discriminant function analysis and stature by regression analysis: a lateral cephalometric study. Forensic Science International, 147(2)175.180.

KELLEY, MA. (1979). Sex determination with fragmented skeletal remains. Journal of Forensic Sciences 24, 154-158.

KING, C.A., ISCAN, M.Y., LOTH, S.R. (1998). Metric and Comparative Analysis of Sexual Dimorphism in the Thai Fémur. J. Forensic Sci 1998;43(5):954-958.

KIRICI, Y. & OZAN, H. (1999) Determination of Sex From the Tibia of adult Turkish Cadavers. Gulhane Military Medical. 74:537-543.

KOMAR D.A, BUIKSTRA J.E. (2008) Forensic Anthropology: contemporary theory and practice; published by Oxford University Press, Inc.

KRENZER U. (2006). Compendio de Métodos Antropológico Forenses Para la Reconstrucción del Perfil Osteo-Biológico, Ciudad de Guatemala, Guatemala (pp: 5).

KROGMAN, W.M. (1962) The Human Skeleton in Forensic medicine. 2^a Ed. Charles C. Thomas Publisher. Springfield, IL. 215.

LOTH S.R. & HENNEBERG M. (1996) Mandibular ramus flexure: A new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. Am. J. Phys. Anthropol. 99:473-485.

MC CORMICK W, STEWART J, GREENE H. (1991). Sexing of human clavicles using length and circumference measurements. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology; 12 (2): 175-181.

MACLAUGHLIN, SM; BRUCE MF (1990) The Accuracy of Sex Identification in European Skeletal Remains Using the Phenice characters. Journal of Forensic Sciences International, V. 35 N. 6 Nov. 1990.

MARINO E.A. (1995). Sex Estimation Using the First Cervical Vertebra. American Journal of Physical Anthropology, 97(2)127-133.

MEINDL R.S. & LOVEJOY C.O. (1985). Accuracy and direction of error in the sexing of the skeleton. American Journal of Physical Anthropology 68:79- 85.

MELLO SANTOS L.S. (2009). Incidence of clavicular rhomboid fossa (impression for costoclavicular ligament) in the brazilian population: forensic application. En <http://www.odont.uio.no/foreninger/iofos/JFOS/Jun09/Mello%20Santos.pdf>

MESA M., I., POSADA R., Y., VELANDIA P., L.A. (2004). Determinación del sexo por odontometría del canino inferior en la población de Santander, Colombia. Tesis de posgrado en odontología legal y forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

MOORE-JANSEN, P.H. & JANTZ, R.L. (1989). Data Collection Procedures for Forensic Skeletal Material. Report of Investigations N° 48. Knoxville: University of Tennessee.

MUBARAK, A.B. & MEREDITH, S.R. (2009). The skull and humerus in the determination of sex: Reliability of discriminant functions equations. Volume 186, Issue 1, Pages 86.e1-86.e5, 15 April 2009.

MUBARAK A.B. & ASALA S.A. (2003). Discriminant Function Sexing of the Calcaneus of the South African Whites. J Forensic Sciences, November 2003, Vol. 48, No. 6.

NEMESKÉRI, J. Die archaeologischen and antropologischen Voraussetzungen palaeodemographischer Forschungen. Praehistorische Zeitschrift, 1972, Volume 47:5-46.

OFICINA DEL ALTO COMISIONADO PARA LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS NACIONES UNIDAS (2001) Protocolo Modelo Para la Investigación Forense de Muertes Sospechosas de Haberse Producido por Violación de los Derechos Humanos. México D.F.

OSMAN C., ISCAN, M.Y., SOYSAL, Z. & CADIR, S. (2001). Sexual diagnosis of the glabellar region. Legal Medicine Volume 3, Issue 3, September 2001, Pages 162-170.

OSMAN, C. & AGRITMIS, H. (2005). Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. *Forensic Science International*, Vol. 158, Issue 2, Pages 135-139.

PARSONS F. (1916). On the proportion and characteristics of the modern english clavicle. *Journal of Anatomy*, 51(1):71-93.

PHENICE, T.W. (1969) A Newly Developer Visual Method of Sexing the Os Pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 30:297-301.

PEQUEÑO LAROUSSE ILUSTRADO (1984) Ediciones Larousse. Librairie Larousse, Paris - Francia.

PÉREZ C, VALDIZÓN M, HERRERA J. (1999). Determinación de sexo en una muestra ósea de poblaciones Ixil, Q'eqchi', K'iche', Poqomchi', y Kaqchikel, utilizando mediciones de cabezas de huesos largos y clavícula. En: Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998 (editado por J.P. Laporte y H.L. Escobedo), pp.850-857. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

PEARSON, K & BELL, J. The study of the long bones of the English skeletons -I- The Femur. In: Drapers'Co. Research Mem. University of London Chapters 1-4 Biometric Seresw X (1917/19).

PETTENATI-SOUBAYROUX I, SIGNOLI M. & DUTOUR, O. (2002). Sexual dimorphism in teeth: discriminatory effectivness of permanent lower canine size observed in a XVIIIth1 century osteological series. *Forensic Sci. Int.*, 126(3):227-32.

PIETRUSEWSKI M. (2008). Metric analysis of skeletal remains: Methods and applications. En: Katzenberg A (2008). Biological anthropology of the human skeleton. Willey-Liss Inc. New York.

POLO C.M. (2003). Osteología Humana y Antropometría. Nociones básicas y técnicas básicas de identificación. En memorias curso internacional de antropología forense. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

PUERTO V.C. (2001): Determinación de Sexo a partir de osteometría esternal en una población contemporánea de morgue de Bogotá D.C. - Colombia. Tesis de Grado Universidad Nacional de Colombia - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Bogotá - Colombia.

REVERTE COMA, J.M. (1999): Antropología Forense Ministerio de Justicia, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones Madrid - España.

RIOS FRUTOS L. (2002). Determination of sex from the clavicle and scapula in a Guatemalan contemporary rural indigenous population. American Journal of Forensic Medicine and Pathology 23(3): 284-288.

ROBLEDO A., M.D.M., SÁNCHEZ S., J.A., PUMAR M., M., LABAJO G., E. (2007) Determinación del sexo según el diámetro de la cabeza del radio. Revista de la Escuela de Medicina Legal, septiembre de 2007:43-51

RODRÍGUEZ, J.V., POLANCO N., H., VALDÉS, Y., CASAS, A. (1995). Aproximación a la antropología dental, en. Odontología Forense. Editorial Presencia Ltda., Bogotá, Colombia, (1995:51).

RODRÍGUEZ, J.V. (1994). Introducción a la Antropología Forense -Análisis e Interpretación de Restos Óseos Humanos-. Anaconda Editores, Bogotá, Colombia.

RODRÍGUEZ C., J.V. (2003). Dientes y diversidad humana: avances de la antropología dental. Bogotá, Editorial Guadalupe.

RODRÍGUEZ C., J.V. (2011). La Identificación Humana en Colombia -avances y perspectivas-. Centro Editorial, Facultad de Ciencias Humanas, Bogotá D.C., pp.119.

SANABRIA M.C. (2004). Antropología Forense y la Investigación Médico-Legal de las Muertes. Imprenta Policía Nacional, 2004:274.

SANABRIA M.C. (2008). Antropología Forense y la Investigación Médico-Legal de las Muertes. Sigma Editores, Bogotá, Colombia, 2008:269-303.

SANABRIA M.C. (2002).Utilidad de las placas radiográficas antemortem en el proceso de identificación positiva de cadáveres y restos humanos clasificados como NN. En Revista Colombiana de Ciencias Forenses, Bogotá, Colombia, Vol. 1:51-57

SANABRIA M.C. (2002).Importancia forense de la historia clínica como evidencia fiscal y documental en el contexto de la identificación a partir de restos humanos. En Archivos

de Historias Clínicas. Editorial Archivo General de la Nación. Bogotá, Colombia pp.:155-160.

SCHUTKOWSKI H. (1993). Sex determination of infant and juvenile skeletons. I. Morphognostic features. American Journal of Physical Anthropology 90(2): 199-206

SCHULTER E. F.P., HAYEC LC & SCHMIDT D.J. (1985) Determination of Sex with a Discriminant Analysis of New Pelvic Bone Measurements: Journal of Forensic Sciences Part II V 30 N1

SCHEUER, L, & BLACK S. (2000). Developmental juvenile osteology. London, UK: Elsevier Academic Press, pp:251

SHENG-BO YU M.D., U-YOUNG LEE M.D., DAI-SOON KWAK PH.D., YONG-WOO AHN D.D.S., CHANG-ZHU JIN M.D., JIE ZHAO M.D., HONG-JIN SUI M.D., SEUNG-HO HAN M.D., Ph.D. Determination of Sex for the 12th Thoracic Vertebra by Morphometry of Three-dimensional Reconstructed Vertebral Models. J. Forensic Sciences 2008:53(3)620-625

SINGH, G., SINGH, S.P., SINGHG. S. Identification of sex from the radius. J Indian Acad Forensic Sci, 1974:13:10-16. Citado por Krogman & Iscan 1986:229.

SHUTERLAND, D.L AND SUCHEY J.M. "Use of the Ventral Arc in Pubic Sex Determination" Journal of Forensic Sciences, 1991 Vol. 36 N° 2:501-511

SOLARI, A.J. (1993). *Sex chromosomes and sex determination in vertebrates*, CRC Press, Boca Raton, pp. 1-308.

SMITH, S.L. (1997). Attribution of foot bones to sex and population groups. *J. Forensic Sci.* 42(2):186-195. Citado por Fernández (et al.) 2003:450.

STEELE, C. (1976) The Estimation of Sex on the Basis of The talus and Calcaneus. *American Journal Physical Anthropology* 45:581 - 588.

STEEL F.D. (1966). Further observations on the osteometric discriminant function. The human Clavicle. *American Journal of Physical anthropology* 25(3), 319-322.

STROUD JL, BUSCHANG PH, GOAZ PW. (1994). Sexual dimorphism in mesiodistal dentin and enamel thickness. *Dentomaxillofac Radiol.* Aug;23(3):169-71.

TESCHLER-NICOLA M. (1992). Sexual dimorphism of tooth crown diameters. A contribution to the determination of sex subadult individuals from the early bronze age graveyard of Franzhausen I, lower.

THIEME F.P & SCHULL W.J. (1957). Sex determination from the skeleton. *Journal for Medicine.* 4:242-273.

TRANCHO, G.J., LÓPEZ B., I., ROBLEDO, B., SÁNCHEZ, J.A. (1997). Sexual determination of the femur using discriminant functions: Analysis of a spanish population of known sex and age. *Journal of Forensic Sciences* 42(2):181-185.

TRANCHO, G.J., LÓPEZ B., I., ROBLEDO, B., SÁNCHEZ, J.A. (2000). Diagnóstico sexual del radio mediante funciones discriminantes. En Tendencias Actuales de Investigaciones en la Antropología Física Española, 2000:165-172. Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.

UBELAKER, D.H. (1999). Human Skeletal Remains -Excavation, Analysis, Interpretation- 1999:52-53. Library of Congress Catalog Card Number 88-50355, Third Edition.

ULLRICH, H. (1975). Estimation of fertility by means of pregnancy and childbirth alterations at the pubis, ilium and the sacrum. Ossa, 2:23-39.

VARGAS, M.C. (2008). Variación morfológica y odontométrica de la población colombiana. Disertación doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina; citado por Rodríguez, J.V. en La Identificación Humana en Colombia - avances y perspectivas- (2011:127).

VILLALAÍN B. J.D. & PUCHALT F.J. (2000): Identificación Antropológica y Policial Forense, Valencia - España - Edita Tirant Lo Blanch

WASHBURN, S.L. (1948). Sex differences in the pubic bone. American Journal of Physical Anthropology, (6):199-208.

WEAVER, D.S. (1980). Sex Differences in the Iliac of a Known Sex and Age Sample of Fetal and Infant Skeletons. American Journal of Physical Anthropology, 1980 (52):191-195.

WESCOTT DJ. (2000). Sex Variation in the Second Cervical Vertebra. J. Forensic Sciences 45(2) 462-466

WHITE T., FOLKENS P. (2005). The human bones manual. Elsevier Academic Press, PP. 193.

WIREDU, EK, KUMOJI, R., SESHADRI, R, BIRITWUM, R. (1999) Osteometric analysis of sexual dimorphism in the sternal end of the rib in a West African population Forensic Science International Vol. 44 N 5 sep.

ANEXO N° 1

Número de caso	Grupo más grande						Segundo grupo ms grande			Puntaje discriminante
	Grupo Actual	Grupo pronosticado	P(D>d G=g)		P(G=g D=d)	Cuadrado de la distancia de Mahalanobis al centroide	Grupo	P(G=g D=d)	Cuadrado de la distancia de Mahalanobis al centroide	Función 1
			p	Df						
1	1	1	.781	1	.940	.077	0	.060	4.147	.855
2	1	1	.849	1	.931	.036	0	.069	3.797	.767
3	1	1	.578	1	.962	.309	0	.038	5.357	1.133
4	1	0	.930	1	.728	.008	1	.272	3.409	-1.270
5	1	0	.696	1	.820	.152	1	.180	4.617	-1.572
6	1	1	.202	1	.505	1.630	0	.495	.232	-.700
7	1	0	.850	1	.762	.036	1	.238	3.794	-1.371
8	1	1	.334	1	.981	.932	0	.019	7.419	1.542
9	1	0	.628	1	.843	.235	1	.157	5.032	-1.667
10	1	1	.759	1	.943	.094	0	.057	4.264	.883
11	1	0	.997	1	.695	.000	1	.305	3.079	-1.178
12	1	1	.803	1	.937	.062	0	.063	4.031	.826
13	1	1	.775	1	.941	.082	0	.059	4.180	.863
14	1	1	.954	1	.897	.003	0	.103	2.893	.519
15	1	1	.632	1	.805	.230	0	.195	1.635	.097
16	1	1	.300	1	.609	1.073	0	.391	.522	-.459
17	1	1	.366	1	.662	.818	0	.338	.729	-.328
18	1	0	.845	1	.619	.038	1	.381	2.440	-.986
19	1	1	.413	1	.695	.671	0	.305	.882	-.243
20	1	1	.541	1	.767	.373	0	.233	1.317	-.034
21	1	1	.405	1	.690	.694	0	.310	.856	-.256
22	1	1	.515	1	.753	.425	0	.247	1.224	-.075
23	1	0	.906	1	.650	.014	1	.350	2.691	-1.064
24	1	1	.901	1	.885	.015	0	.115	2.669	.452
25	1	1	.553	1	.965	.353	0	.035	5.532	1.170

26	1	1	.285	1	.595	1.142	0	.405	.476	-.492
27	1	0	.672	1	.521	.179	1	.479	1.782	-.758
28	1	1	.775	1	.941	.082	0	.059	4.178	.862
29	1	1	.591	1	.961	.289	0	.039	5.271	1.114
30	1	1	.838	1	.870	.042	0	.130	2.416	.373
31	1	1	.724	1	.947	.125	0	.053	4.458	.930
32	1	1	.842	1	.871	.040	0	.129	2.429	.377
33	1	1	.625	1	.803	.239	0	.197	1.610	.087
34	1	1	.584	1	.962	.299	0	.038	5.315	1.124
35	1	1	.566	1	.778	.329	0	.222	1.403	.003
36	1	0	.666	1	.517	.187	1	.483	1.759	-.750
37	1	1	.388	1	.978	.745	0	.022	6.872	1.440
38	1	1	.528	1	.967	.398	0	.033	5.709	1.208
39	1	1	.344	1	.981	.897	0	.019	7.320	1.524
40	1	1	.463	1	.972	.538	0	.028	6.210	1.310
41	1	1	.417	1	.976	.659	0	.024	6.606	1.389
42	1	1	.795	1	.859	.068	0	.141	2.244	.316
43	1	1	.153	1	.992	2.041	0	.008	10.158	2.005
44	1	1	.267	1	.985	1.233	0	.015	8.230	1.687
45	1	1	.088	1	.995	2.904	0	.005	11.988	2.281
46	1	1	.816	1	.935	.054	0	.065	3.964	.809
47	1	1	.736	1	.946	.114	0	.054	4.392	.914
48	1	1	.365	1	.662	.820	0	.338	.727	-.329
49	1	1	.802	1	.937	.063	0	.063	4.036	.827
50	1	1	.117	1	.993	2.461	0	.007	11.069	2.145
51	1	1	.654	1	.814	.201	0	.186	1.716	.128
52	1	1	.679	1	.952	.172	0	.048	4.721	.991
53	1	1	.646	1	.956	.211	0	.044	4.917	1.036
54	1	1	.418	1	.698	.657	0	.302	.899	-.234
55	1	1	.739	1	.945	.111	0	.055	4.376	.910
56	1	1	.249	1	.986	1.329	0	.014	8.475	1.730
57	1	1	.994	1	.905	.000	0	.095	3.064	.569
58	1	1	.565	1	.777	.332	0	.223	1.398	.001
59	1	1	.834	1	.869	.044	0	.131	2.398	.367

60	1	1	.426	1	.975	.633	0	.025	6.522	1.372
61	1	1	.234	1	.987	1.416	0	.013	8.692	1.767
62	1	1	.790	1	.857	.071	0	.143	2.225	.310
63	1	1	.903	1	.886	.015	0	.114	2.677	.455
64	1	1	.218	1	.988	1.520	0	.012	8.948	1.810
65	1	1	.930	1	.918	.008	0	.082	3.409	.665
66	1	1	.533	1	.966	.389	0	.034	5.673	1.200
67	1	1	.631	1	.805	.231	0	.195	1.631	.096
68	1	1	.632	1	.806	.229	0	.194	1.637	.098
69	1	1	.418	1	.976	.655	0	.024	6.592	1.386
70	1	1	.508	1	.969	.438	0	.031	5.857	1.239
71	1	1	.364	1	.661	.823	0	.339	.724	-.331
72	1	1	.746	1	.845	.105	0	.155	2.058	.253
73	1	1	.691	1	.827	.158	0	.173	1.853	.180
74	1	1	.747	1	.845	.104	0	.155	2.062	.254
75	1	1	.171	1	.991	1.872	0	.009	9.776	1.945
76	1	1	.240	1	.987	1.380	0	.013	8.603	1.751
77	1	1	.090	1	.995	2.880	0	.005	11.940	2.274
78	1	1	.569	1	.779	.324	0	.221	1.413	.007
79	1	1	.893	1	.924	.018	0	.076	3.582	.711
80	1	1	.704	1	.949	.144	0	.051	4.570	.956
81	1	1	.708	1	.949	.140	0	.051	4.546	.951
82	1	1	.845	1	.931	.038	0	.069	3.815	.772
83	1	1	.839	1	.871	.041	0	.129	2.419	.374
84	1	0	.794	1	.784	.068	1	.216	4.078	-1.443
85	1	1	.957	1	.914	.003	0	.086	3.283	.630
86	1	1	.456	1	.721	.557	0	.279	1.024	-.169
87	1	1	.763	1	.850	.091	0	.150	2.120	.274
88	1	1	.123	1	.993	2.382	0	.007	10.900	2.120
89	1	1	.555	1	.773	.348	0	.227	1.365	-.013
90	1	1	.140	1	.992	2.175	0	.008	10.454	2.052
91	1	1	.427	1	.704	.631	0	.296	.929	-.218
92	1	1	.673	1	.953	.178	0	.047	4.753	.999
93	1	1	.086	1	.995	2.955	0	.005	12.091	2.296

94	1	1	.045	1	.997	4.021	0	.003	14.164	2.582
95	1	1	.280	1	.985	1.165	0	.015	8.053	1.656
96	1	1	.589	1	.961	.291	0	.039	5.282	1.117
97	1	1	.552	1	.771	.354	0	.229	1.353	-.019
98	1	1	.664	1	.954	.189	0	.046	4.808	1.011
99	1	1	.696	1	.950	.153	0	.050	4.620	.968
100	1	1	.275	1	.985	1.191	0	.015	8.120	1.668
101	1	1	.855	1	.930	.034	0	.070	3.770	.760
102	1	1	.300	1	.983	1.076	0	.017	7.815	1.614
103	1	1	.734	1	.946	.115	0	.054	4.400	.916
104	1	1	.672	1	.820	.180	0	.180	1.781	.153
105	1	1	.000	1	1.000	12.320	0	.000	27.755	4.087
106	1	0	.996	1	.694	.000	1	.306	3.072	-1.176
107	1	1	.771	1	.852	.085	0	.148	2.152	.285
108	1	1	.342	1	.981	.902	0	.019	7.333	1.526
109	1	1	.554	1	.965	.351	0	.035	5.526	1.169
110	1	1	.530	1	.967	.394	0	.033	5.692	1.204
111	1	1	.372	1	.667	.796	0	.333	.750	-.316
112	1	1	.980	1	.910	.001	0	.090	3.181	.602
113	1	1	.672	1	.953	.180	0	.047	4.761	1.000
114	1	1	.914	1	.921	.012	0	.079	3.483	.685
115	1	1	.566	1	.778	.330	0	.222	1.401	.002
116	1	1	.679	1	.952	.172	0	.048	4.720	.991
117	1	0	.056	1	.985	3.650	1	.015	13.459	-3.092
118	1	0	.839	1	.766	.041	1	.234	3.849	-1.385
119	1	1	.664	1	.818	.189	0	.182	1.753	.142
120	1	1	.151	1	.992	2.066	0	.008	10.212	2.014
121	1	1	.709	1	.833	.140	0	.167	1.917	.203
122	1	1	.598	1	.792	.278	0	.208	1.514	.049
123	1	1	.311	1	.618	1.028	0	.382	.554	-.437
124	1	1	.678	1	.822	.172	0	.178	1.804	.161
125	1	1	.586	1	.962	.297	0	.038	5.305	1.122
126	0	0	.612	1	.848	.257	1	.152	5.133	-1.689
127	0	0	.491	1	.885	.475	1	.115	5.989	-1.871

128	0	0	.735	1	.558	.115	1	.442	2.014	-.843
129	0	0	.186	1	.959	1.745	1	.041	9.483	-2.503
130	0	0	.228	1	.950	1.451	1	.050	8.778	-2.386
131	0	0	.664	1	.831	.188	1	.169	4.805	-1.615
132	0	1	.390	1	.680	.738	0	.320	.808	-.283
133	0	1	.655	1	.814	.200	0	.186	1.719	.129
134	0	0	.727	1	.553	.122	1	.447	1.986	-.833
135	0	0	.290	1	.936	1.121	1	.064	7.935	-2.240
136	0	0	.871	1	.753	.026	1	.247	3.690	-1.344
137	0	0	.624	1	.844	.240	1	.156	5.053	-1.671
138	0	0	.580	1	.858	.306	1	.142	5.345	-1.735
139	0	0	.739	1	.804	.111	1	.196	4.375	-1.515
140	0	1	.700	1	.830	.149	0	.170	1.884	.191
141	0	1	.273	1	.583	1.203	0	.417	.438	-.520
142	0	1	.370	1	.666	.802	0	.334	.744	-.319
143	0	1	.232	1	.540	1.431	0	.460	.316	-.620
144	0	0	.833	1	.612	.044	1	.388	2.394	-.971
145	0	0	.563	1	.864	.334	1	.136	5.459	-1.760
146	0	0	.531	1	.873	.393	1	.127	5.690	-1.809
147	0	0	.869	1	.631	.027	1	.369	2.539	-1.017
148	0	1	.233	1	.541	1.423	0	.459	.320	-.616
149	0	1	.402	1	.688	.701	0	.312	.848	-.261
150	0	1	.858	1	.875	.032	0	.125	2.495	.398
151	0	0	.389	1	.912	.741	1	.088	6.860	-2.042
152	0	0	.222	1	.952	1.493	1	.048	8.883	-2.404
153	0	0	.981	1	.687	.001	1	.313	3.009	-1.158
154	0	0	.686	1	.823	.164	1	.177	4.679	-1.586
155	0	0	.546	1	.869	.365	1	.131	5.583	-1.786
156	0	1	.971	1	.911	.001	0	.089	3.220	.613
157	0	0	.563	1	.864	.335	1	.136	5.461	-1.760
158	0	0	.820	1	.605	.052	1	.395	2.343	-.954
159	0	0	.895	1	.645	.017	1	.355	2.647	-1.050
160	0	0	.947	1	.671	.004	1	.329	2.864	-1.116
161	0	0	.664	1	.831	.189	1	.169	4.810	-1.616

162	0	0	.336	1	.926	.927	1	.074	7.405	-2.145
163	0	0	.815	1	.776	.055	1	.224	3.970	-1.416
164	0	0	.493	1	.884	.470	1	.116	5.973	-1.867
165	0	1*	.427	1	.975	.631	0	.025	6.515	1.371
166	0	0	.599	1	.852	.276	1	.148	5.216	-1.707
167	0	0	.212	1	.954	1.559	1	.046	9.041	-2.430
168	0	0	.813	1	.776	.056	1	.224	3.980	-1.418
169	0	1*	.277	1	.587	1.182	0	.413	.451	-.510
170	0	1*	.997	1	.905	.000	0	.095	3.076	.572
171	0	0	.955	1	.675	.003	1	.325	2.896	-1.125
172	0	0	.005	1	.997	7.745	1	.003	20.623	-3.965
173	0	0	.782	1	.789	.077	1	.211	4.144	-1.459
174	0	1*	.262	1	.572	1.260	0	.428	.404	-.546
175	0	0	.643	1	.838	.215	1	.162	4.936	-1.645
176	0	1*	.932	1	.918	.007	0	.082	3.400	.662
177	0	0	.489	1	.885	.479	1	.115	6.004	-1.874
178	0	1*	.541	1	.766	.374	0	.234	1.314	-.035
179	0	1*	.254	1	.565	1.299	0	.435	.383	-.563
180	0	1*	.441	1	.713	.594	0	.287	.975	-.194
181	0	0	.893	1	.744	.018	1	.256	3.583	-1.316
182	0	0	.923	1	.731	.009	1	.269	3.441	-1.278
183	0	0	.964	1	.679	.002	1	.321	2.935	-1.136
184	0	0	.393	1	.911	.730	1	.089	6.826	-2.036
185	0	0	.419	1	.905	.654	1	.095	6.590	-1.990
186	0	0	.776	1	.791	.081	1	.209	4.174	-1.466

Tabla 1. Clasificación de los casos de acuerdo con el grupo actual y pronosticado en vértebra C7.

* Corresponde a casos mal clasificados

Numero de caso	Grupo mas grande						Segundo grupo mas grande			Puntaje discriminante
	Grupo Actual	Grupo pronosticado	P(D>d G=g)			Cuadrado de la distancia de Mahalanobis al centroide	Grupo	P(G=g D=d)	Cuadrado de la distancia de Mahalanobis al centroide	Función 1
			p	df	P(G=g D=d)					
1	1	1	.367	1	.971	.815	0	.029	6.205	1.390
2	1	1	.875	1	.861	.025	0	.139	2.046	.330
3	1	1	.682	1	.806	.168	0	.194	1.389	.078
4	1	0	.967	1	.594	.002	1	.406	2.394	-1.060
5	1	1	.206	1	.517	1.600	0	.483	.105	-.777
6	1	0	.582	1	.789	.303	1	.211	4.573	-1.651
7	1	0	.886	1	.662	.021	1	.338	2.999	-1.244
8	1	0	.839	1	.531	.041	1	.469	1.920	-.898
9	1	0	.987	1	.616	.000	1	.384	2.576	-1.118
10	1	1	.402	1	.968	.703	0	.032	5.890	1.326
11	1	0	.813	1	.518	.056	1	.482	1.827	-.864
12	1	1	.558	1	.759	.344	0	.241	1.004	-.099
13	1	1	.881	1	.910	.022	0	.090	3.020	.637
14	1	1	.490	1	.960	.476	0	.040	5.191	1.178
15	1	1	.371	1	.658	.801	0	.342	.480	-.408
16	1	1	.620	1	.946	.246	0	.054	4.344	.983
17	1	0	.654	1	.761	.201	1	.239	4.149	-1.550
18	1	1	.714	1	.817	.134	0	.183	1.492	.121
19	1	1	.082	1	.992	3.033	0	.008	11.087	2.229
20	1	1	.258	1	.569	1.280	0	.431	.209	-.644
21	1	0	.675	1	.752	.175	1	.248	4.028	-1.520
22	1	1	.341	1	.637	.907	0	.363	.405	-.465
23	1	1	.967	1	.895	.002	0	.105	2.656	.529
24	1	1	.132	1	.989	2.263	0	.011	9.564	1.992
25	1	1	.234	1	.546	1.419	0	.454	.158	-.704
26	1	1	.355	1	.647	.856	0	.353	.440	-.438
27	1	1	.914	1	.905	.012	0	.095	2.878	.596

28	1	1	.674	1	.803	.177	0	.197	1.362	.066
29	1	1	.878	1	.910	.023	0	.090	3.033	.641
30	1	1	.311	1	.976	1.026	0	.024	6.766	1.500
31	1	1	.947	1	.899	.004	0	.101	2.737	.554
32	1	1	.428	1	.694	.627	0	.306	.634	-.305
33	1	1	.784	1	.838	.075	0	.162	1.726	.213
34	1	1	.947	1	.878	.004	0	.122	2.317	.421
35	1	1	.748	1	.827	.103	0	.173	1.604	.166
36	1	1	.766	1	.832	.089	0	.168	1.664	.189
37	1	1	.672	1	.940	.180	0	.060	4.049	.911
38	1	1	.665	1	.941	.188	0	.059	4.085	.920
39	1	1	.614	1	.947	.254	0	.053	4.376	.991
40	1	1	.308	1	.976	1.038	0	.024	6.796	1.506
41	1	1	.524	1	.956	.407	0	.044	4.955	1.125
42	1	1	.093	1	.991	2.820	0	.009	10.676	2.167
43	1	1	.122	1	.989	2.388	0	.011	9.819	2.033
44	1	1	.485	1	.725	.487	0	.275	.793	-.210
45	1	1	.262	1	.979	1.260	0	.021	7.347	1.610
46	1	1	.542	1	.752	.372	0	.248	.956	-.123
47	1	1	.290	1	.977	1.121	0	.023	7.008	1.546
48	1	1	.699	1	.936	.149	0	.064	3.899	.874
49	1	1	.417	1	.687	.660	0	.313	.602	-.325
50	1	1	.441	1	.964	.594	0	.036	5.564	1.258
51	1	1	.615	1	.782	.253	0	.218	1.178	-.016
52	1	1	.823	1	.919	.050	0	.081	3.282	.711
53	1	1	.629	1	.945	.234	0	.055	4.291	.971
54	1	1	.281	1	.590	1.162	0	.410	.260	-.591
55	1	1	.707	1	.814	.141	0	.186	1.470	.111
56	1	1	.565	1	.952	.332	0	.048	4.684	1.063
57	1	1	.136	1	.988	2.227	0	.012	9.490	1.980
58	1	0	.795	1	.508	.068	1	.492	1.764	-.841
59	1	1	.877	1	.862	.024	0	.138	2.055	.333
60	1	1	.860	1	.913	.031	0	.087	3.113	.664
61	1	1	.252	1	.980	1.312	0	.020	7.474	1.633

62	1	1	.652	1	.796	.203	0	.204	1.293	.036
63	1	1	.173	1	.986	1.855	0	.014	8.703	1.849
64	1	1	.310	1	.976	1.031	0	.024	6.779	1.503
65	1	1	.301	1	.976	1.070	0	.024	6.878	1.522
66	1	1	.468	1	.962	.527	0	.038	5.355	1.213
67	1	1	.498	1	.731	.458	0	.269	.830	-.190
68	1	1	.139	1	.988	2.189	0	.012	9.411	1.967
69	1	1	.708	1	.815	.141	0	.185	1.472	.112
70	1	1	.278	1	.588	1.176	0	.412	.254	-.597
71	1	1	.993	1	.887	.000	0	.113	2.495	.479
72	1	1	.759	1	.929	.094	0	.071	3.593	.795
73	1	1	.595	1	.949	.283	0	.051	4.496	1.020
74	1	1	.279	1	.978	1.170	0	.022	7.128	1.569
75	1	1	.491	1	.728	.475	0	.272	.809	-.202
76	1	1	.668	1	.801	.184	0	.199	1.343	.058
77	1	1	.898	1	.907	.016	0	.093	2.945	.615
78	1	1	.796	1	.923	.067	0	.077	3.409	.745
79	1	1	.223	1	.982	1.488	0	.018	7.884	1.707
80	1	1	.779	1	.926	.079	0	.074	3.495	.769
81	1	1	.834	1	.851	.044	0	.149	1.899	.277
82	1	1	.354	1	.647	.858	0	.353	.438	-.439
83	1	0	.832	1	.527	.045	1	.473	1.894	-.889
84	1	1	.207	1	.983	1.595	0	.017	8.129	1.750
85	1	1	.563	1	.761	.335	0	.239	1.019	-.092
86	1	1	.450	1	.964	.570	0	.036	5.491	1.242
87	1	1	.197	1	.507	1.662	0	.493	.089	-.802
88	1	1	.428	1	.694	.628	0	.306	.633	-.305
89	1	1	.685	1	.938	.165	0	.062	3.978	.894
90	1	1	.761	1	.928	.092	0	.072	3.581	.791
91	1	1	.552	1	.756	.353	0	.244	.988	-.107
92	1	1	.071	1	.993	3.255	0	.007	11.509	2.292
93	1	1	.491	1	.960	.473	0	.040	5.181	1.175
94	1	1	.808	1	.844	.059	0	.156	1.811	.245
95	1	1	.769	1	.833	.086	0	.167	1.676	.194

96	1	1	.152	1	.987	2.053	0	.013	9.127	1.920
97	1	1	.571	1	.951	.320	0	.049	4.640	1.053
98	1	1	.671	1	.940	.181	0	.060	4.055	.913
99	1	1	.075	1	.993	3.163	0	.007	11.335	2.266
100	1	0	.664	1	.757	.189	1	.243	4.092	-1.536
101	1	1	.619	1	.946	.247	0	.054	4.349	.985
102	1	1	.497	1	.731	.461	0	.269	.827	-.192
103	1	1	.828	1	.918	.047	0	.082	3.261	.705
104	1	1	.037	1	.995	4.333	0	.005	13.467	2.569
105	1	1	.624	1	.946	.241	0	.054	4.321	.978
106	1	1	.594	1	.774	.284	0	.226	1.114	-.046
107	1	1	.776	1	.836	.081	0	.164	1.701	.203
108	1	1	.966	1	.882	.002	0	.118	2.390	.445
109	1	1	.701	1	.936	.148	0	.064	3.891	.872
110	1	1	.216	1	.528	1.531	0	.472	.123	-.750
111	1	1	.204	1	.515	1.612	0	.485	.102	-.782
112	1	1	.959	1	.880	.003	0	.120	2.362	.436
113	1	1	.676	1	.939	.175	0	.061	4.027	.906
114	1	0	.972	1	.596	.001	1	.404	2.412	-1.066
115	1	1	.161	1	.987	1.965	0	.013	8.939	1.889
116	1	1	.565	1	.952	.330	0	.048	4.679	1.062
117	1	1	.901	1	.868	.015	0	.132	2.144	.363
118	1	1	.099	1	.991	2.714	0	.009	10.469	2.135
119	1	1	.551	1	.756	.356	0	.244	.983	-.110
120	1	1	.865	1	.913	.029	0	.087	3.092	.658
121	1	1	.748	1	.827	.103	0	.173	1.605	.166
122	1	1	.972	1	.894	.001	0	.106	2.634	.522
123	0	0	.633	1	.769	.228	1	.231	4.266	-1.578
124	0	1	.263	1	.574	1.254	0	.426	.219	-.633
125	0	0	.364	1	.868	.823	1	.132	6.227	-2.008
126	0	0	.228	1	.914	1.455	1	.086	7.809	-2.307
127	0	1	.792	1	.840	.070	0	.160	1.753	.223
128	0	1	.194	1	.984	1.690	0	.016	8.342	1.787
129	0	0	.805	1	.698	.061	1	.302	3.368	-1.348

130	0	1	.219	1	.531	1.513	0	.469	.128	-.743
131	0	0	.154	1	.938	2.029	1	.062	9.076	-2.525
132	0	1	.605	1	.778	.267	0	.222	1.148	-.029
133	0	0	.962	1	.627	.002	1	.373	2.675	-1.148
134	0	0	.716	1	.736	.133	1	.264	3.813	-1.465
135	0	0	.836	1	.529	.043	1	.471	1.907	-.894
136	0	1	.443	1	.702	.590	0	.298	.673	-.281
137	0	1	.389	1	.670	.741	0	.330	.529	-.373
138	0	0	.898	1	.657	.017	1	.343	2.948	-1.230
139	0	0	.830	1	.687	.046	1	.313	3.251	-1.316
140	0	0	.494	1	.822	.468	1	.178	5.165	-1.785
141	0	1	.385	1	.668	.754	0	.332	.518	-.381
142	0	0	.950	1	.586	.004	1	.414	2.328	-1.039
143	0	1	.952	1	.898	.004	0	.102	2.719	.548
144	0	1	.835	1	.851	.043	0	.149	1.905	.279
145	0	0	.198	1	.923	1.656	1	.077	8.266	-2.388
146	0	0	.914	1	.650	.012	1	.350	2.876	-1.209
147	0	0	.310	1	.887	1.032	1	.113	6.781	-2.117
148	0	0	.797	1	.509	.066	1	.491	1.771	-.843
149	0	1	.754	1	.929	.098	0	.071	3.618	.801
150	0	1	.984	1	.885	.000	0	.115	2.457	.467
151	0	1	.505	1	.734	.445	0	.266	.848	-.180
152	0	1	.406	1	.681	.690	0	.319	.574	-.343
153	0	0	.597	1	.783	.279	1	.217	4.479	-1.629
154	0	0	.122	1	.948	2.391	1	.052	9.825	-2.647
155	0	0	.941	1	.637	.005	1	.363	2.762	-1.175
156	0	1	.411	1	.684	.675	0	.316	.588	-.334
157	0	0	.060	1	.969	3.550	1	.031	12.058	-2.985
158	0	0	.850	1	.536	.036	1	.464	1.956	-.911
159	0	1	.406	1	.680	.691	0	.320	.573	-.344
160	0	0	.457	1	.836	.552	1	.164	5.435	-1.844
161	0	0	.028	1	.981	4.854	1	.019	14.374	-3.304
162	0	0	.885	1	.663	.021	1	.337	3.003	-1.246
163	0	0	.216	1	.918	1.528	1	.082	7.978	-2.337

164	0	0	.146	1	.940	2.110	1	.060	9.247	-2.554
165	0	0	.415	1	.851	.664	1	.149	5.775	-1.916
166	0	1	.287	1	.595	1.132	0	.405	.275	-.577
167	0	1	.334	1	.974	.934	0	.026	6.527	1.454
168	0	0	.486	1	.825	.486	1	.175	5.222	-1.798
169	0	0	.534	1	.807	.386	1	.193	4.881	-1.722
170	0	0	.701	1	.742	.148	1	.258	3.892	-1.485
171	0	1	.326	1	.626	.965	0	.374	.367	-.495
172	0	0	.916	1	.569	.011	1	.431	2.200	-.996
173	0	0	.610	1	.778	.260	1	.222	4.404	-1.611
174	0	0	.135	1	.944	2.238	1	.056	9.513	-2.597
175	0	0	.888	1	.662	.020	1	.338	2.990	-1.242
176	0	0	.997	1	.608	.000	1	.392	2.509	-1.097

Tabla 2. Clasificación de los casos de acuerdo con el grupo actual y pronosticado en T12.

* Corresponde a casos mal clasificados

Número de caso	Grupo mas grande						Segundo grupo mas grande			Puntaje discriminante
	Grupo Actual	Grupo pronosticado	P(D>d G=g)		Cuadrado de la distancia de Mahalanobis al centroide	Grupo	P(G=g D=d)	Cuadrado de la distancia de Mahalanobis al centroide	Función 1	
			p	df						P(G=g D=d)
1	0	0	.605	1	.914	.267	1	.086	6.331	-1.841
2	0	0	.756	1	.669	.097	1	.331	2.849	-1.013
3	0	0	.399	1	.953	.712	1	.047	8.082	-2.168
4	0	1**	.492	1	.786	.472	0	.214	1.722	-.012
5	0	0	.117	1	.989	2.455	1	.011	12.718	-2.891
6	0	1**	.260	1	.604	1.267	0	.396	.764	-.450
7	0	0	.173	1	.983	1.855	1	.017	11.298	-2.686
8	0	0	.890	1	.740	.019	1	.260	3.462	-1.186
9	0	0	.778	1	.682	.079	1	.318	2.951	-1.043
10	0	1**	.259	1	.602	1.275	0	.398	.757	-.454
11	0	0	.703	1	.890	.145	1	.110	5.666	-1.705
12	0	0	.811	1	.859	.057	1	.141	5.011	-1.564
13	0	0	.032	1	.996	4.619	1	.004	17.209	-3.473
14	0	0	.863	1	.727	.030	1	.273	3.335	-1.151
15	0	0	.682	1	.895	.168	1	.105	5.806	-1.734
16	0	0	.733	1	.655	.116	1	.345	2.749	-.983
17	0	0	.849	1	.846	.036	1	.154	4.797	-1.515
18	0	0	.824	1	.707	.049	1	.293	3.159	-1.102
19	0	1**	.757	1	.886	.096	0	.114	2.855	.366
20	0	0	.129	1	.987	2.310	1	.013	12.384	-2.844
21	0	0	.994	1	.792	.000	1	.208	4.027	-1.332
22	0	0	.744	1	.879	.107	1	.121	5.411	-1.651
23	0	0	.296	1	.968	1.093	1	.032	9.272	-2.370
24	0	0	.261	1	.973	1.261	1	.027	9.749	-2.447
25	0	0	.744	1	.878	.106	1	.122	5.407	-1.650
26	0	1**	.198	1	.524	1.659	0	.476	.506	-.613

27	0	0	.311	1	.966	1.028	1	.034	9.079	-2.338
28	0	1**	.235	1	.574	1.411	0	.426	.658	-.513
29	0	0	.984	1	.797	.000	1	.203	4.077	-1.344
30	0	0	.671	1	.898	.181	1	.102	5.879	-1.750
31	0	0	.782	1	.684	.076	1	.316	2.969	-1.048
32	0	0	.301	1	.967	1.069	1	.033	9.200	-2.358
33	0	0	.628	1	.908	.234	1	.092	6.166	-1.808
34	0	1**	.198	1	.525	1.657	0	.475	.507	-.612
35	0	0	.994	1	.793	.000	1	.207	4.028	-1.332
36	0	1**	.271	1	.615	1.213	0	.385	.806	-.426
37	0	1**	.364	1	.989	.825	0	.011	8.454	1.583
38	0	0	.019	1	.998	5.534	1	.002	18.937	-3.677
39	0	0	.984	1	.796	.000	1	.204	4.076	-1.344
40	0	1**	.174	1	.995	1.844	0	.005	11.272	2.033
41	0	1**	.210	1	.542	1.569	0	.458	.557	-.578
42	0	0	.937	1	.763	.006	1	.237	3.688	-1.245
43	0	0	.189	1	.981	1.722	1	.019	10.967	-2.637
44	0	0	.438	1	.947	.602	1	.053	7.701	-2.100
45	0	0	.967	1	.776	.002	1	.224	3.835	-1.283
46	0	0	.564	1	.923	.332	1	.077	6.634	-1.901
47	0	0	.964	1	.805	.002	1	.195	4.182	-1.370
48	0	1**	.659	1	.857	.194	0	.143	2.428	.234
49	0	1**	.429	1	.749	.625	0	.251	1.460	-.116
50	0	1**	.207	1	.538	1.589	0	.462	.545	-.586
51	0	0	.249	1	.974	1.331	1	.026	9.941	-2.478
52	0	1**	.304	1	.650	1.056	0	.350	.944	-.353
53	1	1	.670	1	.971	.182	0	.029	5.885	1.102
54	1	1	.566	1	.821	.329	0	.179	2.032	.101
55	1	1	.386	1	.988	.751	0	.012	8.212	1.541
56	1	1	.749	1	.965	.102	0	.035	5.379	.995
57	1	1	.956	1	.942	.003	0	.058	4.222	.731
58	1	1	.313	1	.991	1.018	0	.009	9.049	1.684
59	1	1	.333	1	.990	.936	0	.010	8.802	1.643
60	1	1	.268	1	.612	1.228	0	.388	.794	-.433

61	1	1	.311	1	.656	1.029	0	.344	.970	-.339
62	1	1	.237	1	.994	1.400	0	.006	10.128	1.858
63	1	0**	.566	1	.544	.330	1	.456	2.031	-.750
64	1	1	.529	1	.981	.396	0	.019	6.910	1.304
65	1	1	.992	1	.937	.000	0	.063	4.037	.685
66	1	1	.735	1	.880	.114	0	.120	2.760	.337
67	1	1	.884	1	.951	.021	0	.049	4.599	.820
68	1	1	.955	1	.928	.003	0	.072	3.772	.618
69	1	1	.932	1	.924	.007	0	.076	3.665	.590
70	1	0**	.993	1	.793	.000	1	.207	4.030	-1.332
71	1	1	.582	1	.978	.304	0	.022	6.504	1.226
72	1	1	.537	1	.808	.381	0	.192	1.910	.058
73	1	1	.262	1	.606	1.257	0	.394	.771	-.446
74	1	1	.482	1	.983	.494	0	.017	7.302	1.378
75	1	1	.240	1	.580	1.381	0	.420	.679	-.500
76	1	1	.615	1	.841	.254	0	.159	2.237	.172
77	1	0**	.623	1	.585	.241	1	.415	2.274	-.833
78	1	1	.920	1	.946	.010	0	.054	4.407	.775
79	1	1	.742	1	.965	.109	0	.035	5.423	1.004
80	1	1	.677	1	.971	.173	0	.029	5.836	1.092
81	1	1	.738	1	.881	.112	0	.119	2.772	.341
82	1	1	.490	1	.983	.477	0	.017	7.237	1.366
83	1	1	.534	1	.807	.387	0	.193	1.896	.053
84	1	0**	.674	1	.619	.177	1	.381	2.494	-.904
85	1	1	.009	1	1.000	6.752	0	.000	21.139	3.274
86	1	0**	.532	1	.519	.391	1	.481	1.887	-.699
87	1	1	.989	1	.934	.000	0	.066	3.940	.661
88	1	1	.457	1	.985	.553	0	.015	7.525	1.419
89	1	1	.536	1	.808	.382	0	.192	1.907	.057
90	1	1	.949	1	.943	.004	0	.057	4.257	.739
91	1	1	.853	1	.954	.034	0	.046	4.773	.861
92	1	1	.995	1	.936	.000	0	.064	4.023	.681
93	1	1	.216	1	.549	1.532	0	.451	.580	-.563
94	1	1	.464	1	.984	.537	0	.016	7.465	1.408

95	1	1	.982	1	.933	.001	0	.067	3.907	.652
96	1	1	.828	1	.904	.047	0	.096	3.177	.458
97	1	1	.656	1	.856	.198	0	.144	2.415	.230
98	1	1	.705	1	.872	.144	0	.128	2.625	.296
99	1	1	.374	1	.988	.792	0	.012	8.347	1.565
100	1	1	.231	1	.994	1.434	0	.006	10.219	1.873
101	1	0 ^{**}	.620	1	.583	.245	1	.417	2.261	-.829
102	1	1	.972	1	.939	.001	0	.061	4.139	.710
103	1	1	.801	1	.960	.064	0	.040	5.069	.927
104	1	1	.744	1	.965	.107	0	.035	5.410	1.002
105	1	1	.182	1	.995	1.784	0	.005	11.122	2.011
106	1	1	.769	1	.889	.086	0	.111	2.908	.381
107	1	1	.892	1	.917	.018	0	.083	3.472	.539
108	1	1	.100	1	.997	2.706	0	.003	13.280	2.320
109	1	0 ^{**}	.629	1	.589	.234	1	.411	2.298	-.841
110	1	1	.884	1	.915	.021	0	.085	3.436	.530
111	1	1	.739	1	.966	.111	0	.034	5.439	1.008
112	1	1	.366	1	.989	.817	0	.011	8.426	1.579
113	1	1	.993	1	.934	.000	0	.066	3.964	.667
114	1	1	.670	1	.971	.182	0	.029	5.885	1.102
115	1	1	.753	1	.964	.099	0	.036	5.352	.989
116	1	1	.284	1	.992	1.149	0	.008	9.431	1.747
117	1	1	.575	1	.978	.315	0	.022	6.556	1.236
118	1	1	.364	1	.989	.825	0	.011	8.453	1.583
119	1	1	.493	1	.786	.470	0	.214	1.726	-.010
120	1	1	.989	1	.934	.000	0	.066	3.944	.662
121	1	1	.187	1	.509	1.738	0	.491	.463	-.643
122	1	1	.634	1	.848	.227	0	.152	2.318	.198
123	1	1	.949	1	.943	.004	0	.057	4.257	.739
124	1	1	.417	1	.741	.658	0	.259	1.411	-.136
125	1	1	.945	1	.926	.005	0	.074	3.725	.606
126	1	1	.547	1	.980	.363	0	.020	6.767	1.277
127	1	1	.065	1	.998	3.396	0	.002	14.762	2.518
128	1	1	.579	1	.978	.307	0	.022	6.521	1.229

129	1	1	.527	1	.803	.400	0	.197	1.868	.043
130	1	1	.870	1	.912	.027	0	.088	3.368	.511
131	1	1	.868	1	.953	.028	0	.047	4.692	.842
132	1	1	.040	1	.999	4.205	0	.001	16.401	2.726
133	1	1	.932	1	.924	.007	0	.076	3.663	.590
134	1	1	.338	1	.990	.919	0	.010	8.750	1.634
135	1	1	.512	1	.982	.430	0	.018	7.049	1.331
136	1	0 ^{**}	.685	1	.626	.164	1	.374	2.541	-.919
137	1	1	.186	1	.507	1.751	0	.493	.457	-.648
138	1	1	.167	1	.996	1.911	0	.004	11.435	2.057
139	1	1	.546	1	.980	.364	0	.020	6.774	1.278
140	1	1	.173	1	.995	1.856	0	.005	11.300	2.037
141	1	1	.362	1	.701	.829	0	.299	1.185	-.236
142	1	1	.697	1	.869	.151	0	.131	2.594	.286
143	1	1	.232	1	.570	1.429	0	.430	.646	-.520
144	1	1	.330	1	.674	.948	0	.326	1.052	-.299
145	1	1	.793	1	.961	.069	0	.039	5.112	.937
146	1	1	.697	1	.869	.151	0	.131	2.593	.286
147	1	0 ^{**}	.813	1	.701	.056	1	.299	3.105	-1.087
148	1	1	.811	1	.959	.057	0	.041	5.009	.914
149	1	1	.753	1	.885	.099	0	.115	2.839	.361
150	1	0 ^{**}	.551	1	.533	.355	1	.467	1.969	-.728
151	1	1	.336	1	.679	.925	0	.321	1.077	-.287
152	1	1	.012	1	1.000	6.340	0	.000	20.404	3.193
153	1	1	.213	1	.994	1.550	0	.006	10.525	1.920
154	1	1	.992	1	.936	.000	0	.064	4.035	.684

Tabla 3. Clasificación de los casos de acuerdo con el grupo actual y pronosticado en C2.