



Universidad de Concepción

Facultad de Ciencias Sociales

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE RETROVERSIÓN HUMERAL EN
POBLACIONES CAZADORES-RECOLECTORES DE LA ZONA NORTE Y
AUSTRAL DE CHILE**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de
Concepción para optar al grado académico/título profesional de Antropólogo
con Mención en Antropología Física

POR: MARCELO DÍAZ ALARCÓN

FERNANDA LAGOS BURGOS

Profesor Guía: Pedro Andrade Martínez

Marzo, 2026

Concepción, Chile.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

AGRADECIMIENTOS

Chelo

Son muchos los pensamientos y emociones que rondan en estos momentos, pero pocas son las palabras que encuentro para expresar mi gratitud a todos quienes fueron parte de este largo y arduo proceso de mi vida.

Primeramente, quiero agradecer a mi mamá Carolina y a mi hermano Fernando, quienes me acompañaron en piel y día a día durante todo este camino, siendo los mayores testigos de mis frustraciones y logros, pero por sobre todo y más importante aún, los pilares más grandes de mi vida, los amo.

También quiero dar las gracias a toda mi familia, mis primos, mis tíos, mi abuelita, su apoyo se sintió desde el momento en que empecé a estudiar mi primera carrera hasta las últimas instancias que me rodean ahora, desde simplemente preguntar cómo iba todo, hasta alentarme a seguir adelante para terminar este capítulo pendiente de mi vida, los quiero con toda el alma.

Agradezco especialmente a quienes llegaron de forma inesperada en esta larga experiencia, mis amigos, ustedes saben quiénes son. Cada uno representa el soporte que me dio el ánimo y las ganas de seguir dándole para adelante juntos durante esta carrera. El haberlos conocido durante este transcurso tan importante de mi vida es algo que no cambiaría por nada en esta existencia, por lo que estaré eternamente agradecido. Espero seguir remando junto a ustedes, aunque nuestros cursos cambien desde ahora en adelante.

Quiero ofrecer un agradecimiento a mis profesores de carrera, en especial mención a nuestro profesor guía Pedro Andrade, quien en lo personal me acogió y me dio una oportunidad cuando me encontraba con dudas e incertidumbres sobre qué hacer tanto para la memoria y para el futuro, muchísimas gracias profe. También agradecer al profesor Christian Baeza, por ayudarnos a la Feña y a mí

cuando nos encontramos perdidos a la hora de enfrentar la estadística, muchas gracias.

Agradezco a mi compañera de memoria, Fernanda Lagos, por tenerme toda la paciencia del mundo al momento de discutir nuestras ideas y llevarlas a cabo en nuestro proyecto, por su seriedad y compromiso durante todo el transcurso de esta etapa.

Finalmente, agradezco a todas las personas que hicieron esto posible y que no he mencionado expresamente acá, sus palabras de aliento, por más mínimas que fueron, me dieron la fortaleza suficiente para terminar este camino y llegar a esta meta tan anhelada en mi formación profesional y personal.

Feña

Quisiera comenzar agradeciendo a quienes han sido mi pilar fundamental durante esta larga y a la vez fugaz etapa, mi familia. Sin ustedes jamás hubiera logrado llegar hasta esta instancia, el final de un ciclo se ha cumplido y si lo he logrado es gracias a ustedes y por ustedes, los amo con todo mi ser. Para Ruth y Pablo, mis papás, infinito es el amor, gratitud y admiración que siento por ustedes, gracias por apoyarme y sostenerme durante este camino.

Cardo, Pipe, Lucho y Médée gracias por las risas y momentos que hicieron más amena la estadía lejos de mi hogar, los atesoraré por siempre. Cami y Copito por estar siempre preocupadas por mí a pesar de la distancia, las quiero.

Quiero agradecer especialmente al profe Pedro Andrade, nuestro profesor guía, por su paciencia, sus chistes y estar siempre atento a lo que necesitáramos, me hizo sentir apoyada durante esta etapa llena de nerviosismo e incertidumbre. Profe Ivanna por sus trucos de lateralización y su disposición ante cualquier consulta. Asimismo, al profesor Cristian por brindarnos de su orientación y conocimientos en estadística.

Agradecer de igual forma a mi compañero de memoria Marcelo, por su paciencia, trabajo y energía durante este periodo. Por aguantar mis mañas en momentos de estrés. Además de esas charlas introspectivas y chistosas en las tardes cuando ya el déficit de atención nos ganaba.

Por último, agradecer a esas personitas que me apoyaron y que hoy ya no están, los amo.

Gracias totales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
III. JUSTIFICACIÓN	6
IV. ANTECEDENTES	8
4.1 Desarrollo metodológico para el estudio de los Marcadores de Estrés Musculoesquelético (MSM)	8
4.2 Estudios de casos de MSM en poblaciones arqueológicas del norte de Chile y extremo austral de América	11
4.3 Fundamentación y relación teórica entre retroversión humeral y los marcadores	20
4.4. Torsión humeral y retroversión humeral	22
4.4.1. Uso y Perspectiva clínica/deportiva: estudios de casos	23
4.4.2. Perspectiva bioarqueológica: estudios de casos	27
V. OBJETIVOS	32
5.1. Objetivo general	32
5.2. Objetivos específicos	32
VI. MARCO TEÓRICO	33
6.1. Osteogenesis humeral	33
6.2. Desarrollo embrionario y fetal inicial	33
6.2.1. Aparición de Centros Secundarios (Epífisis)	34

6.2.2. Extremo Proximal (Hombro)	34
6.2.3. Extremo Distal (Codo):.....	36
6.3. Fusión Epifisaria y Etapa Adulta.....	37
6.3.1. Fusión Distal:	37
6.3.2. Fusión Proximal:	37
6.4. Descripción morfológica del húmero	38
6.5. Músculos y Articulaciones Asociadas al Húmero	41
6.6. Biomecánica del húmero	47
6.6.1. Ley de Wolff	49
6.7. Torsión humeral	50
6.8. Antropología del cuerpo	52
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	54
7.1. Metodología de investigación	54
7.2. Material y selección de muestra	54
7.3. Recopilación y procesamiento de datos	55
7.4. Información sitios arqueológicos	55
7.4.1. Zona Norte-Costa de Antofagasta.....	56
7.4.2. Zona Austral.....	59
7.5. Composición total de la muestra	61
7.6. Metodologías	61
7.6.1. Método de Singh & Kumar (2015).....	61
7.6.2. Método de Rogers (1999) para estimación de sexo.....	63

VIII. RESULTADOS	65
8.1. Ángulos de retroversión humeral	66
8.2. Ángulo de retroversión humeral según lateralidad	68
8.3. Distribución de ángulos de retroversión humeral por secuencia ocupacional	69
8.4. Resultados de estimación de sexo	72
8.3. Distribución de ángulos de retroversión humeral por secuencia ocupacional y sexo.	75
XI. DISCUSIÓN	77
9.1. Zona Norte	77
9.2. Zona Austral	80
9.3. Comparaciones inter-zonales	84
X.CONCLUSIÓN	88
XI. BIBLIOGRAFÍA	91
VII. ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Dimorfismo en la epífisis distal del húmero indicando determinación de sexo (Falys, Schutkowski & Weston, 2005).</i>	59
Tabla 2. <i>Valores de media según periodo y ángulo</i>	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Fosa olecraneana, epífisis distal húmero sub-adulto, vista posterior (Scheuer & Black, 2000).	32
Figura 2. Húmero perinatal derecho, vista anterior y posterior respectivamente (Scheuer & Black, 2000).	32
Figura 3. Desarrollo de la epífisis humeral derecha.	33
Figura 4. Centros de osificación en desarrollo.	34
Figura 5. Húmero adulto derecho y sus principales hitos anatómicos, vista anterior y posterior respectivamente (Scheuer & Black, 2000).	36
Figura 6. Húmero derecho, vista anterior (White, 2012).	37
Figura 7. Epífisis distal húmero derecho, vista posterior (White, 2012).	37
Figura 8. Húmero derecho, vista lateral (White, 2012).	38
Figura 9. Representación del diagrama del húmero (Marieb, 2008).	39
Figura 10. Articulación Sinovial Tipo (Quinn, 2024).	40
Figura 11. Articulaciones del hombro (Recuperado de shutterstock, s/f).	41
Figura 12. Músculos asociados al movimiento del hombro (recuperado de Dolopedia, s/f.).	44

Figura 13. Representación de medición de ángulo de torsión humeral mediante un Torsiómetro (Dare et al., 2019).	48
Figura 14. Método medición Retroversión y Torsión Humeral (Singh & Kumar, 2015).	58
Figura 15. Distribución de cantidad de húmeros por lateralidad.	61
Figura 16. Distribución de ángulos de RH por zona geográfica.	62
Figura 17. Distribución de ángulos por intervalos en la zona norte.	63
Figura 18. Distribución de ángulos por intervalos en la zona austral.	63
Figura 19. Distribución de los ángulos de RH según lateralidad para las zonas Norte y Austral mediante gráfico de tipo nube con lluvia.	64
Figura 20. Distribución de ángulos por período en la Costa de Antofagasta	65
Figura 21. Distribución de ángulos por período Archipiélagos Chonos y Guaitecas.	66
Figura 22. Cantidad de húmeros masculinos y femeninos en las Zonas Norte y Austral.	67
Figura 23. Distribución diferenciada de los ángulos de RH según sexo en las zonas Norte y Austral mediante gráfico de tipo nube con lluvia.	68

Figura 24. Media de ángulos de RH correspondientes a húmeros masculinos según zona.	69
Figura 25. Media de ángulos de RH correspondientes a húmeros femeninos según zona.	69
Figura 26. Distribución de ángulos de RH según sexo y período en la zona Norte.	70
Figura 27. Distribución de ángulos de RH según sexo y período en la zona Austral.	71

I. INTRODUCCIÓN

La bioarqueología, al situar el análisis de los restos óseos en conjunto con su contexto arqueológico, permite la reconstrucción de aspectos bioculturales fundamentales de las poblaciones del pasado (Mendoza et al., 2012). Dentro de esta disciplina, el estudio de la morfología ósea y la plasticidad del esqueleto cobran especial relevancia, ya que el hueso posee la capacidad de remodelar su estructura en respuesta a fuerzas mecánicas y estrés repetitivo, siguiendo principios como la Ley de Wolff (Dare et al., 2012; Kennedy, 1989; Weiss, 2004). Bajo esta premisa, el cuerpo humano se transforma en un registro de las actividades habituales y los modos de vida de los grupos humanos.

Existen rasgos morfológicos significativos para analizar estas demandas mecánicas, tal como son los marcadores de estrés musculoesquelético (MSM) definidos como alteraciones morfológicas, hipertrofias, rugosidades o proyecciones óseas —osteofitos—, que se desarrollan en las entesis o sitios donde los músculos y tendones se insertan en el hueso (Capasso et al., 1999). Según la mencionada Ley de Wolff (1892), estas marcas surgen porque el tejido óseo tiene la capacidad de remodelarse y fortalecerse en respuesta a fuerzas mecánicas y actividades físicas repetitivas o prolongadas. En la bioarqueología, estos indicadores funcionan como "cicatrices de actividad" fundamentales para reconstruir los modos de vida y las demandas físicas de las poblaciones del pasado, aunque su expresión también está mediada por factores biológicos como la edad, el sexo y el perfil general de salud (Kennedy, 1989; Zúñiga & Suby, 2023).

Existen fuerzas biomecánicas ligadas a ciertos movimientos específicos y repetitivos, los cuales a su vez son provocados por la necesidad de realizar ciertas actividades, implicando un contexto situacional y cultural a la hora de analizar los vestigios de éstas en los restos óseos, por lo que resulta necesario

enfocar y acotar el estudio de estos marcadores de actividad a huesos e hitos anatómicos específicos del esqueleto humano.

En el escenario de la reconstrucción de actividades mediante el estudio de restos óseos arqueológicos, uno de los marcadores de estrés musculoesquelético más relevantes para analizar el uso del miembro superior es la retroversión humeral (RH), definida como la inclinación hacia posterior de la cabeza del húmero respecto al eje del extremo distal del hueso (Larson, 1996; Singh & Kumar, 2015). Este indicador es altamente sensible a las demandas biomecánicas y movimientos repetitivos, funcionando como una "cicatriz de actividad" que refleja patrones de carga mecánica persistentes.

En el contexto chileno, las poblaciones de cazadores-recolectores-pescadores de la zona Norte y Austral presentan escenarios geográficos y adaptativos contrastantes que ofrecen una oportunidad única para el análisis comparativo (di Castri & Hajek, 1976; Ipinza et al., 2021; Urbina, 1988). En la costa de Antofagasta, el modo de vida estuvo marcado por el aprovechamiento de recursos costeros, la caza de especies marinas y el uso de proyectiles y del remo (Andrade et al., 2014; Salazar et al., 2020). Por otro lado, en la zona austral, grupos canoeros como los Chonos habitaron una geografía fragmentada por archipiélagos donde el canotaje era el medio esencial de transporte, subsistencia y recolección de moluscos (Reyes, 2017).

Aunque ambos grupos compartían una orientación hacia el mar, las demandas físicas específicas sobre sus extremidades superiores podrían haber diferido significativamente. Mientras que el lanzamiento de arpones y dardos es una actividad recurrente en el norte, la boga o remo intenso en canales australes constituye un esfuerzo bilateral constante documentado para los grupos del sur (Aspillaga & Soto-Heim, 2002; Rodríguez et al., 2007).

El presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo cuantitativo de la RH en individuos adultos de ambas regiones para determinar

cómo estas actividades de subsistencia incidieron en la morfología del húmero. El interés se centra en individuos adultos, ya que, al haber completado su desarrollo esquelético, las variaciones angulares observadas resultan más adecuadas para interpretar adaptaciones óseas funcionales sin la interferencia de factores de crecimiento.

De esta forma, se busca responder a ciertas interrogantes de carácter exploratorio. ¿Existe un contraste significativo en el grado de expresión de la RH entre las poblaciones del Norte y la Zona Austral? ¿Cómo reflejan estas variaciones las adaptaciones biomecánicas a actividades específicas de subsistencia? ¿Existe dimorfismo sexual en la expresión de este rasgo? Estas preguntas buscan una aproximación a conocer si la "cicatriz de actividad" que representa la RH permite diferenciar claramente a un cazador-recolector en zonas desérticas de un cazador-recolector canoero de los canales australes.

Dada la escasez de investigaciones en Chile que aborden la RH desde una perspectiva cuantitativa, este trabajo busca no solo aportar datos nuevos sobre la variabilidad física entre estas poblaciones, sino también fortalecer las discusiones sobre la reconstrucción de los modos de vida prehistóricos mediante metodologías que impliquen el análisis óseo a través de la antropología física y la biomecánica.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Chile presenta una geografía diversa a lo largo de su territorio, donde el ambiente y biodiversidad es variada según la zona (di Castri & Hajek, 1976; Ipinza et al., 2021). En el norte del país, el clima árido y la escasez de vegetación tendrían como consecuencia el desarrollo de actividades relacionadas al aprovechamiento de recursos costeros — pesca y caza de especies marinas y oceánicas—, junto con movimientos migratorios a lo largo del litoral y actividades sociales, como el intercambio de bienes entre comunidades o los conflictos relacionados a estas interacciones (Salazar et al., 2020).

Por otro lado, en la zona austral del territorio nacional se caracteriza por una geografía compleja, constituida por múltiples archipiélagos, siendo esencial el canotaje como medio de transporte (Urbina, 1988). Debido a la naturaleza de la geografía y clima extremo, los recursos en la zona eran limitados, siendo la recolección de moluscos y la caza de mamíferos marinos las principales —si es que no las únicas— fuentes de sustento para las poblaciones (Urbina, 1988).

La morfología ósea, junto con factores climáticos, ambientales y las actividades físicas podrían haber contribuido en generar estrés mecánico en ciertas piezas óseas del esqueleto humano, aportando al desarrollo de la plasticidad ósea (Dare et al., 2019). Entre las variadas formas de expresión de la plasticidad ósea en la morfología de los huesos, se encuentran la TH y RH.

La torsión humeral (TH) se describe como la torsión longitudinal o la “espiralización” del cuerpo de un hueso largo mientras que la retroversión humeral (RH) sería una expresión de esta, entendiéndose como la inclinación hacia posterior de la cabeza humeral. Su medición se realiza en base al ángulo formado entre los ejes de las superficies articulares de los extremos epifisiales, proximal y distal, del hueso (Singh & Kumar, 2015; Larson, 1996).

Este rasgo se encuentra asociado a actividades físicas y movimientos repetitivos, donde estaba altamente implicado el uso de las extremidades

superiores (Singh & Kumar, 2015). A su vez, la RH puede ser un posible indicador de lanzamiento habitual debido a la evidencia existente que indicaría que la práctica regular y contundente de este movimiento en la extremidad dominante, provocaría un mayor ángulo de retroversión (Rhodes & Churchill, 2008). Por ello su análisis en las colecciones de las poblaciones pasadas de la zona Norte y Austral del país, podría entregar indicios sobre las posibles actividades vinculadas al modo de vida de estos.

El aporte de la disciplina de la Antropología Física para este tipo de investigaciones reside en la posibilidad de realizar interpretaciones en base a la información obtenida de evaluaciones y mediciones realizadas en los restos óseos, en este caso, en los cambios morfológicos observados y cuantificados en los húmeros. La perspectiva desde el análisis morfológico aporta a un mejor entendimiento de los patrones de actividad física y las conductas sociales vinculadas a éstos.

III. JUSTIFICACIÓN

El cuerpo humano se puede interpretar como un espacio donde la cultura y biología se encuentran, cualidad la que lo convierte en un objeto de estudio privilegiado para la Antropología Física (Chenew, 2024) Esta disciplina, al situarse en la intersección entre lo cultural y lo biológico (Goodman, 2007), permite interpretar cómo las posibles dinámicas de grupo, modo de vida y las interacciones con el ambiente, dejan registro en la morfología de un individuo o grupo.

Dentro de las líneas investigativas brindadas por esta disciplina y el enfoque utilizado en la presente investigación, es la bioarqueología, subdisciplina que, al realizar el análisis de los restos osteológicos en conjunto con su entorno arqueológico, posibilita la reconstrucción de aspectos bioculturales de las poblaciones del pasado (Mendoza et al., 2012). En este marco, entendiendo que la TH y la RH reflejan exigencias biomecánicas por actividades o movimientos repetitivos (Singh & Kumar 2015), este rasgo puede entregar información importante acerca del modo de vida de los grupos y la relación que poseían con su entorno.

En este contexto, el presente estudio tiene como propósito la interpretación de datos obtenidos mediante la cuantificación y análisis de RH en grupos pertenecientes a la costa de Antofagasta y a la zona austral de Chile, con el fin de comparar los modos de vida del pasado entre ambas zonas geográficas. Esto permitirá entender cómo las posibles actividades diarias asociadas pudieron incidir en la morfología del húmero.

Asimismo, sería relevante o interesante investigar el contraste en el grado de expresión de RH entre las poblaciones costeras prehistóricas del Norte de Chile (Costa de Antofagasta) y las de la zona Austral de Chile (grupos canoeros, Chonos), y cómo estas posibles variaciones reflejan adaptaciones biomecánicas a actividades de subsistencia que involucraría un uso intensivo de las

extremidades superiores, tales como el lanzamiento de proyectiles, la tracción de objetos pesados y el remo en embarcaciones.

La importancia de que este tipo de investigaciones sean realizadas por antropólogos físicos radica en que tienen la capacidad de interpretar las relaciones entre los aspectos biológicos, sociales y culturales (Andrade et al., 2014). Por un lado, estos profesionales pueden identificar y medir cuantitativamente cambios en la morfología ósea; por el otro, pueden interpretarlos en relación con actividades diarias, comportamientos sociales y supervivencia. En este caso, el análisis de la RH por parte de un antropólogo no se limita a sólo una descripción anatómica asociada a la realización de cierta actividad, sino que se transforma en una herramienta complementaria para comprender los estilos de vida prehistóricos de Chile de manera más integral.

Por último, los estudios que existen en torno a la RH en Chile son escasos, o bien carecen de un análisis cuantitativo de este rasgo. Si bien esta falta de antecedentes representa una limitación, también constituye una de las principales motivaciones para llevar a cabo la presente investigación.

IV. ANTECEDENTES

4.1 Desarrollo metodológico para el estudio de los Marcadores de Estrés Musculoesquelético (MSM)

Para entender de mejor manera las distintas formas de análisis e interpretación de los MSM, resulta esencial conocer las definiciones propuestas por Capasso y colaboradores (1999) con relación a los marcadores de estrés musculoesquelético (MSM), los cuales son alteraciones patológicas que se desarrollan en los sitios donde un músculo o tendón se inserta en el tejido cortical del hueso a través del periostio. Éstos pueden manifestarse en forma de remodelaciones óseas, hipertrofias, alteraciones en las inserciones musculares, entre otros (Capasso et al., 1999).

Los estudios de patrones morfológicos óseos generalmente no permiten distinguir entre actividades específicas, debido a que se encuentran influenciados no solo por actividades físicas, sino también por factores, etarios, genéticos, patológicos y biológicos, por lo que su análisis puede no ser el más preciso (Zúñiga & Suby, 2023). Pese a esto, sí posibilitan una aproximación a las actividades habituales desarrolladas por un individuo o población. En este sentido, el análisis de marcadores de estrés óseo y musculoesquelético constituye una herramienta importante para la reconstrucción e identificación de modos de vida.

El origen teórico de las metodologías para el análisis de los MSM se fundamenta en la Ley de Transformación de los Huesos de Julius Wolff (1892), la cual postula que el hueso se remodela en respuesta a fuerzas mecánicas, produciendo hipertrofia en los sitios de inserción muscular sometidos a estrés repetitivo (Kennedy, 1989; Weiss, 2004). Paralelamente, a finales del siglo XIX, William Arbuthnot Lane (1887, 1888) sentó precedentes mediante disecciones y observaciones clínicas, describiendo cómo el trabajo manual intenso generaba cambios morfológicos específicos en el esqueleto, metodología que permitía

revelar la "historia laboral" del individuo. Durante la primera mitad del siglo XX, médicos como Ronchese (1948) sistematizaron el uso de estos marcadores para la identificación personal, aunque con un enfoque más clínico y dermatológico que osteológico.

A mediados del siglo XX, la antropología física comenzó a utilizar estos marcadores para reconstruir estilos de vida antiguos. J. Lawrence Angel (1946, 1964) fue pionero en correlacionar cambios óseos en la pelvis y extremidades con el estrés locomotor en terrenos accidentados en poblaciones griegas (Capasso et al., 1999; Kennedy, 1989). En la década de 1980, el estudio se integró formalmente en la bioarqueología con Charles Merbs (1983), quien introdujo el concepto de "patología inducida por la actividad" para analizar poblaciones árticas, y O. Dutour (1986), quien aplicó el análisis de entesopatías para identificar actividades como el lanzamiento de jabalina y la arquería en poblaciones neolíticas del Sahara (Dutour, 1986; Zúñiga & Suby, 2019). En este periodo, Kennedy (1989) acuñó el término Marcadores de Estrés Ocupacional (MOS), clasificando diversas irregularidades óseas y dentales como indicadores de hábitos conductuales (Capasso et al., 1999; Kennedy, 1989).

Un cambio metodológico fundamental ocurrió en los años 90 con la propuesta de Hawkey y Merbs (1995), quienes diseñaron el primer sistema de registro visual sistemático basado en una escala ordinal de tres grados para evaluar la robusticidad —rugosidad—, lesiones de estrés —erosión— y osificación —exostosis— (Weiss, 2004). No obstante, este método recibió críticas de autores como Jurmain (1990) y Stirland (1998) debido a su alta subjetividad y falta de justificación clínica. Como respuesta, Robb (1998) introdujo el uso de análisis estadísticos multivariados para interpretar los sitios de inserción, buscando aislar la influencia de la actividad física de otras variables biológicas (Zúñiga & Suby, 2019).

A principios del siglo XXI, Elizabeth Weiss (2003, 2004) revolucionó la

disciplina al proponer el principio de agregación. En lugar de analizar marcadores aislados, su metodología emplea variables compuestas (la suma de múltiples sitios de inserción), lo que permite reducir la varianza de error y controlar variables confusas como el tamaño corporal y la edad, demostrando que esta última es a menudo el predictor más fuerte de los cambios óseos (Weiss, 2003; Weiss, 2004). Poco después, Mariotti y colaboradores (2004, 2007) reevaluaron los métodos visuales previos, elaborando un nuevo sistema de registro estandarizado con fotografías de referencia para veintitrés entesis del esqueleto postcraneal.

La última fase metodológica se caracteriza por la precisión clínica y anatómica. Sébastien Villotte (2006, 2008) propuso distinguir entre entesis fibrosas y fibrocartilaginosas, argumentando que solo estas últimas son indicadores confiables de estrés mecánico debido a su estructura tisular. Este enfoque culminó en el desarrollo del Método Coimbra (Henderson et al., 2015, 2016), que estandarizó el registro de cambios entésicos fibrocartilaginosos separando categorías como formación ósea y erosión, y excluyendo las entesis fibrosas por su baja correlación con la actividad física.

Según la síntesis realizada por Zúñiga & Suby (2019), esta metodología se fundamenta en conocimientos anatómicos y clínicos modernos que distinguen entre entesis fibrosas y fibrocartilaginosas, decidiendo registrar únicamente estas últimas debido a que las fibrosas no han mostrado correlaciones confiables con la intensidad de la actividad física. El método consiste en la evaluación sistemática e independiente de seis tipos de alteraciones: formación ósea, erosión, cambio textural, porosidad fina, macroporosidad y cavitación, las cuales se agrupan según si implican la formación de tejido mineralizado, la pérdida de continuidad en la superficie ósea, o ambas. Al emplear criterios de registro estrictos, definiciones precisas y basarse en las fortalezas de métodos previos — como los de Mariotti y Villotte—, el Método Coimbra busca mitigar la subjetividad y los altos índices de error inter observador que caracterizaban a propuestas

anteriores, como la de Hawkey y Merbs, permitiendo así una reconstrucción más válida de los patrones de vida pasados.

Actualmente, investigaciones como las de Haas y colaboradores (2020) integran estos análisis osteobiográficos con técnicas de proteómica e isótopos estables para refinar la interpretación de la división sexual del trabajo en sociedades del pasado.

4.2 Estudios de casos de MSM en poblaciones arqueológicas del norte de Chile y extremo austral de América

Los estudios de Chile y Argentina referentes a marcadores de estrés musculoesquelético (MSM) y cambios entesiales (CE) en restos arqueológicos no son considerables en cantidad. Si bien se realizan inferencias en cuanto a los posibles patrones de actividad de poblaciones prehispánicas, no se toma en consideración como objeto principal de estudio a los MSM sino más bien como una base de fundamentación teórica y práctica para reafirmar las discusiones acerca de los modos de vida. La problemática reside en la necesidad de realizar estimaciones en base a análisis multifactoriales y multidisciplinarios que consideren componentes de la arqueología, la bioarqueología e incluso la ecología para las posibles conclusiones de los estudios.

En este escenario, el estudio realizado por Aspillaga y Soto-Heim (2002) fue una de las primeras aproximaciones a la observación de cambios entesiales en restos óseos humanos en Chile. Se analizaron las consecuencias de las actividades ligadas al estilo de vida en los restos óseos de las poblaciones históricas del extremo sur de América, que incluyen a los cazadores terrestres — se mencionan a los Aonikenk y Selk'nam— y a los cazadores marítimos o canoeros —siendo Yámanas, Kawashkar y Chonos—. Los resultados obtenidos evidenciaron que el estrés repetitivo en el hueso causó lesiones como entesopatías. Los grupos de cazadores terrestres mostraron un marcado desarrollo de la cresta glútea y de los músculos extensores de la pierna; al

analizar 27 fémures, se encontró que la inserción de la cabeza medial del gastrocnemio estaba elevada en el 41% de los casos, y se observó osteítis en la superficie anterior del fémur en algunos sujetos masculinos, interpretada como el uso del muslo como yunque.

En el caso de los cazadores marítimos, las lesiones frecuentes incluyen entesopatías en el húmero —tales como un surco bicipital ancho, fuerte torsión del hueso e inserción deltoidea marcada— asociadas al uso del remo, siendo estas características más comunes en mujeres yámanas y kaweshkar. Además, sufrieron artrosis frecuentes en la columna cervical y lumbar con espondilolisis en esta última, probablemente por la hiperflexión del tronco durante la recolección de mariscos, y lesiones en los tobillos debido al movimiento en costas rocosas (Aspillaga & Soto-Heim, 2002).

Posteriormente, Aspillaga y colaboradores (2006) realizaron un análisis de los restos óseos de 96 individuos de la etnia Chono, recuperados de osarios en los archipiélagos de Guaitecas y Magdalena, comparándolos con una muestra de 38 individuos de grupos fueguinos —Selk'nam, Yámana y Kawéskar—. Los resultados revelarían una fuerte correlación entre la morbilidad y el estilo de vida cazador-recolector marino, evidenciando un grupo sometido a gran estrés físico y nutricional, con altas tasas de enfermedades infecciosas —como periostitis y osteomielitis— y deficiencias como la criba femoral. A nivel osteoarticular, se identificaron patologías degenerativas en la cintura escapular y espondilolisis lumbar, atribuidas a la actividad intensa de la boga y la carga de pesos. Además, la muestra presentó una elevada prevalencia de traumas craneofaciales y enfermedad periodontal severa con abscesos, lo que sugiere que los Chonos se encontraban en una crisis biológica y cultural adaptativa al momento de su desaparición (Aspillaga et al., 2006). (Revisión)

De igual manera, Rodríguez y colaboradores (2007) realizaron un análisis bioantropológico en 45 individuos humanos procedentes de colecciones

arqueológicas del Archipiélago de Chiloé. A partir del análisis de paleopatologías e indicadores de modos de vida, determinaron que estos individuos poseían un modo de subsistencia cazador-recolector, perteneciendo a diferentes periodos cronológicos, ubicándose entre el Holoceno Medio/Tardío y posiblemente históricos.

Con respecto a los resultados, en el miembro superior se registraron marcadas inserciones musculares indicando posibles movimientos repetitivos y uso de fuerza, además, específicamente en la cintura escapular se encontró la presencia de artropatías por sobrecarga funcional. Estos dos marcadores – cambios entesiales y artropatías- fueron relacionados con actividades como la boga o remo, siendo coherentes con una economía de subsistencia basada fundamentalmente en la pesca, caza y recolección de recursos marinos para todos los individuos (Rodríguez et al., 2007).

Un estudio comparativo relevante en cuanto a los marcadores de estrés es el realizado por Ponce (2010). Esta investigación tuvo como objetivo principal comparar los patrones de actividad física, el comportamiento y estilo de vida de dos poblaciones prehistóricas del norte de Chile con economías de subsistencia divergentes: los pescadores costeros arcaicos (3er a 2do milenio a.C.) y los agricultores de tierras interiores (1er milenio d.C.). La muestra consistió en 175 esqueletos de individuos adultos —75 pescadores de la cultura Chinchorro y 100 agricultores de los valles— custodiados en el Museo Arqueológico San Miguel de Azapa en Arica. El estudio buscó determinar si la transición de una vida basada en la caza y recolección marina hacia una agricultura intensiva resultó en cambios significativos en el estrés físico reflejado en el esqueleto.

La metodología aplicada se centró en el análisis de los Marcadores de Estrés Ocupacional (MOS), que incluyeron la inspección macroscópica de entesofitos —marcadores de estrés musculoesquelético—, osteoartritis, espondilolisis, os acromiale —falta de unión ósea entre los centros de osificación

del acromion de la escápula según You et al., (2019)— y osteocondritis disecante. Además, se realizó un estudio osteométrico midiendo longitudes, diámetros y circunferencias de los huesos largos (húmero, fémur y tibia específicamente) para calcular los índices de robustez, platimería (aplanamiento anteroposterior del fémur en la región subtrocantérica) y platicnemía (aplanamiento mediolateral de la tibia, medido a la altura del foramen nutricio). Gracias a las condiciones de extrema aridez del desierto de Atacama, muchos restos conservaban cartílago momificado, lo que permitió una observación directa y detallada de la degeneración articular y la erosión de las superficies óseas.

Los resultados revelaron que las poblaciones costeras arcaicas estaban significativamente más afectadas por marcadores como la osteoartritis y la espondilolisis, sugiriendo que su estilo de vida era físicamente más exigente que el de los agricultores posteriores. Se identificó una marcada división sexual del trabajo entre los pescadores, donde los hombres presentaban tasas mucho más altas de estrés físico (especialmente en entesofitos, espondilolisis y os acromiale), mientras que en el grupo agricultor ambos sexos mostraron patrones de estrés mucho más similares entre sí. Finalmente, el estudio observó una disminución temporal en la robustez de los huesos largos tras la adopción de la agricultura, lo que coincide con un aumento del sedentarismo en la región (Ponce, 2010).

Por otro lado, la tesis doctoral de Scabuzzo (2010), tuvo como objetivo analizar las actividades cotidianas y modos de vida de los grupos cazadores-recolectores pampeanos de Argentina a través de la bioarqueología, centrándose en marcadores de estrés ocupacional como el desgaste articular y el desarrollo muscular, en conjunto con el estudio de dietas mediante isótopos estables. La muestra analizada provino de dos sitios de la región pampeana con cronologías distintas: Arroyo Seco 2, fechado en el Holoceno Temprano y Medio y Paso Mayor Y1S2, fechado en el Holoceno Tardío final.

Los resultados del análisis bioarqueológico indicaron que, para el Holoceno Temprano y Medio, existían diferencias en las demandas físicas y en los recursos consumidos entre hombres y mujeres, sugiriendo que la actividad deambulatoria fue importante en el grupo masculino, lo cual estaría evidenciado por patologías articulares y robusticidad en miembros inferiores. En contraste, para el Holoceno Tardío, los marcadores de estrés ocupacional reflejaron una continuidad en la importancia de la actividad de la marcha y un posible cambio en el uso de sistemas de armas (Scabuzzo, 2010).

Asimismo, Scabuzzo (2012) realizó un estudio de marcadores de estrés ocupacional en cazadores recolectores pampeanos del sitio Arroyo Seco 2 (Argentina), datados en el Holoceno Temprano-Medio (ca. 7800 a 6300 años a.p.). Se analizaron los esqueletos completos de 19 individuos adultos, los cuales presentaron inserciones musculares notablemente desarrolladas. Específicamente en el miembro superior, el húmero tenía la impresión del músculo deltoides- involucrado en la flexión, extensión y elevación del brazo-, lo que se asociaría a actividades como la extracción de pieles, el uso de hachas y lanzamiento de objetos. Mientras que en el antebrazo las impresiones del bíceps y el braquial mostraron un desarrollo bilateral, lo que indicaría actividades relacionadas a la molienda, preparación de alimentos y pieles, que requerían la constante movimientos de flexión y extensión (Scabuzzo, 2012).

Por otro lado, Scabuzzo (2012) observó que los individuos masculinos presentaban desarrollo de osteoartritis en el codo y mayor robustez en las inserciones del supinador, lo cual se relacionaría a actividades que requerían fuerza y coordinación, como el lanzamiento de proyectiles o manipulación de objetos pesados. Mientras que, en el caso de individuos femeninos, se presentó mayor desgaste en la articulación muñeca mano y se asociaría a actividades manuales que requerían firmeza y movilidad, como la reducción de materias primas líticas, confección de artefactos, raspado de pieles y preparación de alimentos (como la molienda). Estas características la investigadora las atribuyó

a una posible división sexual del trabajo.

Posteriormente, Andrade y colaboradores (2014) llevaron a cabo una investigación basada en el estudio de 36 individuos adultos provenientes de 25 sitios de la costa de Taltal, que abarcan desde el Arcaico Tardío hasta el Alfarero Tardío, los resultados confirmarían la continuidad de un estilo de vida físicamente exigente y de alta movilidad logística. Se observó una alta prevalencia de enfermedades articulares degenerativas y marcadores de estrés en miembros superiores —artrosis y retroversión observada en húmeros— que estarían vinculados al uso de remos y lanzamiento de proyectiles presentes tanto en hombres como en mujeres, descartando una división sexual marcada en labores de fuerza (Andrade et al., 2014).

En 2015, López-Barrales y colaboradores realizaron una investigación que evaluó la osteofitosis vertebral como marcador de estrés físico ocupacional en una muestra de 154 individuos adultos provenientes de cuatro cementerios de San Pedro de Atacama (Solcor 3, Coyo 3, Quitar 6 y Toconao Oriente), abarcando cronológicamente los períodos Medio e Intermedio Tardío. El análisis bioarqueológico confirmó el carácter degenerativo de la patología asociado a la edad, sin encontrar diferencias significativas entre sexos, lo que sugiere una distribución similar de cargas de trabajo entre hombres y mujeres. Sin embargo, los resultados comparativos entre periodos evidenciaron que las poblaciones del Período Intermedio Tardío presentaron grados significativamente menores de estrés vertebral que las del Período Medio, lo cual sugirió una disminución en la intensidad de la actividad física o cambios en las tecnologías de transporte de carga (López-Barrales et al., 2015).

Un estudio relevante para el desarrollo de la interpretación de marcadores de estrés óseo es el realizado por Urrea-Navarrete y colaboradores (2017). Esta investigación tuvo como objetivo comparar la variabilidad de la activación eléctrica de once músculos del miembro superior durante la ejecución de tres

gestos técnicos de minería prehispánica, analizando además cómo influyen las diferentes posturas de tronco y extremidades inferiores en dicha activación. La muestra estuvo conformada por 16 sujetos masculinos con características antropométricas similares y sin lesiones previas.

La metodología no consistió en el análisis directo de restos óseos antiguos como en otras investigaciones de esta línea, sino en un estudio cinemático experimental utilizando electromiografía de superficie (sEMG) y cámaras infrarrojas para registrar la actividad muscular mientras los sujetos replicaban movimientos de percusión y molienda con herramientas arqueológicas. Este enfoque buscó generar datos para mejorar la interpretación de los marcadores óseos de actividad (MOA) al evaluar la relación entre el gesto técnico —o movimiento biomecánico— y la respuesta fisiológica del tejido.

Los resultados demostraron una alta variabilidad interindividual en la activación muscular y evidenciaron que la postura afecta significativamente el esfuerzo de músculos específicos —como el deltoides y el trapecio—, lo que revela limitaciones en la interpretación tradicional de los MOA y subraya la necesidad de considerar factores biomecánicos y socioculturales complejos en la reconstrucción de actividades del pasado (Urrea-Navarrete et al., 2017).

Por otra parte, un estudio realizado por Zúñiga (2018) tuvo como objetivo evaluar los patrones de actividad física mediante el análisis de cambios entesiales (CE). La muestra analizada provino de 26 individuos adultos de ambos sexos recuperados de la costa sur de Tierra del Fuego y las islas meridionales de Patagonia Austral. Los resultados del análisis bioarqueológico de los CE en los miembros superiores indicaron una mayor frecuencia y prevalencia de estos marcadores de estrés ocupacional en individuos femeninos en comparación con los masculinos. Esta elevada prevalencia en mujeres, específicamente en músculos vinculados a la abducción del brazo y flexión/extensión de la mano, fue interpretada como evidencia de acciones musculares reiteradas asociadas a la

actividad de remo en canoa, práctica documentada etnográficamente para las sociedades del sur del archipiélago Fueguino. Además, se observó que los CE aumentaban con la edad (Zúñiga, 2018).

Posteriormente, el estudio hecho por Salega (2020) tuvo como objetivo el análisis de cambios entesiales y el uso de los miembros superiores en poblaciones prehispánicas del centro de Argentina. En esta investigación se analizaron en húmeros, radios y ulnas, distintas entesis de tipo fibrocartilaginosa, que gracias a su estructura son consideradas como los “mejores indicadores del efecto de la actividad física sobre los sitios de inserciones musculares” (Salega, 2020, p.103). La muestra contaba con 54 individuos (33 masculinos y 21 femeninos) asociados cronológicamente en el Holoceno Tardío y provenientes de diferentes sitios arqueológicos agrupados principalmente de dos regiones geográficas: Sierras y Llanuras. Los modos de vida asociados a estas poblaciones eran cazador- recolector y agricultor, poseían una subsistencia mixta; no obstante, en la región de Llanuras predominaba la actividad cazadora recolectora (Salega, 2020).

Los análisis estadísticos del estudio arrojaron valores poco significativos y no evidenciaron un patrón distintivo en los cambios entesiales entre ambas regiones. Sin embargo, los individuos pertenecientes a la región de Llanuras mostraron una tendencia mayor de prevalencia de entesis, específicamente en las del manguito rotador y bíceps braquial, relacionadas con la flexión del antebrazo y la elevación del brazo respectivamente. Estos resultados sugieren una mayor exigencia física, concordando con las actividades cazadoras-recolectoras y la alta movilidad registrada en estudios anteriores en la zona. Aun así, Salega (2020), enfatiza que la actividad física no puede considerarse como único factor de cambio, ya que también interactúan variables como el sexo y la edad.

En cuanto a resultados inesperados en esta investigación, se encontró

valores significativos para los individuos femeninos en el caso de la entesis del flexor común de los dedos, así también en rasgos generales como la formación ósea y porosidad fina. Estos se registraron con mayor frecuencia en los individuos femeninos que en los individuos masculinos, lo que podría indicar diferencias en las actividades físicas (Salega, 2020). Sin embargo, la autora advierte que la investigación se ve limitada por la pérdida de datos y valores estadísticos poco significativos.

En cuanto a la zona central de Chile, la investigación realizada por Abarca-Labra y colaboradores (2021) se propuso explorar los patrones de actividad física en sociedades agrícolas tempranas de Chile Central durante el Período Alfarero Temprano (200-1200 d.C.) y el Período Intermedio Tardío (1200-1450 d.C.), evaluando si la intensificación de la producción de alimentos generó diferencias marcadas en el esfuerzo físico entre sexos. La muestra analizada consistió en 56 esqueletos de individuos adultos (25 del período temprano y 31 del tardío) provenientes de diversos sitios arqueológicos de la zona central. La metodología empleada fue el método de Hawkey y Merbs (1995), que consiste en el registro macroscópico de los cambios entésicos (EC) —marcas en las zonas de inserción de músculos y ligamentos en el hueso— en 22 puntos de los miembros superiores y 15 de los inferiores, evaluando específicamente rasgos de robustez, osificación y lesiones por estrés en una escala del 0 al 3.

Los resultados determinaron que, si bien los hombres presentaron puntuaciones más altas debido al dimorfismo sexual, no existió una diferenciación significativa en la actividad física por sexo o período, observándose un solapamiento —o superposición— constante en la variabilidad de los marcadores. No obstante, el análisis estadístico multivariado reveló cambios en los patrones de comportamiento. En el Período Intermedio Tardío la variabilidad de las actividades aumentó en las mujeres y disminuyó en los hombres, en conjunto con una reducción general en la intensidad del uso de las extremidades. Estos hallazgos sugieren que la intensificación hortícola y agrícola

no aumentó la carga física individual, sino que fue gestionada mediante una fuerza de trabajo colectiva más amplia, lo que indica un proceso complejo de transición a la producción de alimentos que no necesariamente implicó un estilo de vida más exigente (Abarca-Labra et al., 2021).

Pese a que existe una variedad de estudios enfocados en MSM en el cono sur, como los descritos anteriormente, son escasas las investigaciones que analicen estos marcadores en la cintura escapular y específicamente en el húmero, por lo que esto refleja la necesidad incipiente de estudios enfocados en la biomecánica del uso del brazo para obtener resultados en contextos bioarqueológicos. Uno de estos casos, es por ejemplo, la RH.

Si bien este marcador es mencionado en varios de los estudios indicados, no deja de aparecer en términos de ausencia/presencia, lo cual muchas veces no da cuenta de la dimensión de afectación del miembro superior.

4.3 Fundamentación y relación teórica entre retroversión humeral y los marcadores

Para entender de mejor manera la relación entre los MSM y los conceptos de TH y RH, es importante conocer las descripciones de Kennedy (1989) acerca del tipo de marcadores de estrés óseo conocidos como lesiones entesopáticas. Las lesiones entesopáticas se definen como irregularidades óseas localizadas en las entesis, —sitios de inserción de músculos, tendones o ligamentos en el hueso—. Estas marcas son el resultado de la hipertrofia muscular provocada por un esfuerzo físico prolongado y habitual. Macroscópicamente, se manifiestan como parches rugosos, superficies óseas irregulares o la formación de osteofitos (proyecciones óseas o espículas) en el punto de anclaje del tejido blando. El proceso biológico subyacente se basa en la Ley de Wolff, la cual postula que el hueso remodela su arquitectura para resistir el estrés mecánico: la tensión muscular estimula la actividad de los osteoblastos a través de las fibras de

Sharpey, aumentando la osteogénesis y la masa ósea en el área de inserción para disipar la carga mecánica.

Estas lesiones pueden originarse por dos tipos de fuerzas: fuerzas mecánicas externas, como el transporte de cargas pesadas sobre la cabeza que afecta las vértebras cervicales, o fuerzas internas generadas por la propia actividad del sistema músculo-tendinoso. Algunos ejemplos específicos documentados incluyen la hipertrofia de la cresta supinadora de la ulna por el lanzamiento de jabalinas o el uso de hondas, y marcas en las falanges de las manos asociadas al agarre firme de herramientas, como el estilo usado por los antiguos escribas. Finalmente, es importante señalar que su desarrollo es multifactorial y está mediado por variables biológicas como la edad, el sexo, el estado nutricional y el perfil general de salud del individuo (Kennedy, 1989)

La relación entre la RH y las lesiones entesopáticas es fundamentalmente funcional y biomecánica, ya que ambos fenómenos constituyen respuestas adaptativas del tejido óseo ante las demandas mecánicas y los patrones de actividad del individuo. La RH se entiende como el ángulo en que la cabeza del húmero se orienta medialmente respecto al eje del extremo distal, una adaptación evolutiva vinculada a la movilidad del hombro y al desarrollo de posturas suspensorias (Larson, 1996, 2007). En primates con baja retroversión, se ha observado que el uso constante de músculos rotadores mediales, como el subescapular, es necesario para compensar la posición del codo durante el movimiento, lo que genera una tensión continua en su sitio de inserción (Larson, 1996). Este estrés muscular repetitivo estimula la actividad de los osteoblastos a través de las fibras de Sharpey, provocando una hipertrofia ósea en la entesis que se manifiesta macroscópicamente como las irregularidades o rugosidades conocidas como lesiones entesopáticas (Kennedy, 1989).

La conexión entre ambos conceptos es tan estrecha que investigaciones en fósiles utilizan las dimensiones y orientación de las carillas de inserción de

músculos rotadores —lugares donde se desarrollan estas lesiones— como variables para predecir el grado de torsión del hueso, demostrando que el desarrollo de la entesis está directamente correlacionado con el alineamiento torsional (Larson, 2007). En última instancia, mientras que la TH establece el marco estructural para el movimiento, las lesiones entesopáticas funcionan como “cicatrices de actividad” que registran el esfuerzo mecánico localizado sufrido por los músculos para estabilizar o ejecutar dichos movimientos. En este sentido, si los marcadores musculoesqueléticos son interpretados como registros localizados de actividad muscular habitual (Capasso, 1999), la RH puede comprenderse como una manifestación estructural más amplia de esas mismas demandas mecánicas. Así, ambos fenómenos se inscriben dentro de un mismo marco adaptativo: la capacidad del tejido óseo de responder plásticamente a patrones de carga repetitiva.

4.4. Torsión humeral y retroversión humeral

Una vez definidos los conceptos de torsión humeral y retroversión humeral y su relación directa con los MSM, podemos ahondar en estudios de caso en los cuales se hayan aplicado metodologías relacionadas con la medición de los ángulos de éstos y cuyos resultados hayan reflejado distintas perspectivas e interpretaciones.

Uno de los estudios pioneros referentes a estas metodologías es el realizado por Krahl (1947). Esta investigación analizó una muestra de 374 húmeros humanos —desde fetos de 20 semanas hasta adultos de 91 años—, con el fin de determinar el sitio, causa y duración de la torsión del hueso. Su metodología consistió en la limpieza de los restos óseos manteniendo los cartílagos articulares intactos para medir el ángulo de torsión (γ) mediante un torsiómetro —instrumento diseñado para cuantificar la desviación entre los ejes largos de los extremos proximal y distal—.

La metodología incluyó el examen de la unión diafisario-epifisaria mediante la remoción del periostio para observar el movimiento entre las partes y la medición del crecimiento del cono diafisario a través de radiografías y dibujos a escala. Los resultados demostraron que la torsión se localiza en el cartílago epifisario proximal y es causada por la tensión de los músculos rotadores, encontrando que a mayor potencia muscular corresponde un mayor ángulo de torsión. El proceso inicia en la etapa fetal con un ángulo hereditario de 42°, aumenta a 65° al nacer y alcanza un promedio de 74° hacia los 18-20 años, cesando abruptamente en la madurez con la fusión de la epífisis (Krahl, 1947).

Este estudio entregó las bases para futuras investigaciones enfocadas en el análisis específico de la TH y para el desarrollo de metodologías orientadas a la observación y medición de la RH dentro de perspectivas clínicas, bioarqueológicas e incluso evolutivas.

4.4.1. Uso y Perspectiva clínica/deportiva: estudios de casos

En contextos clínicos, el análisis de RH es ampliamente utilizado debido al impacto que posee en la biomecánica y rendimiento de la articulación glenohumeral (Edelson, 2000; Sieger, et al, 2024). Su estudio ha permitido el diagnóstico, intervención y tratamiento de posibles patologías en la zona. En el ámbito quirúrgico, el ángulo de RH es empleado en la planificación de cirugías en el hombro (Edelson 1999). En procedimientos como la artroplastia y la hemiarthroplastia, se utiliza para adecuar la posición de la prótesis conforme a la anatomía del paciente, de esta forma se mantiene un rango de movimiento (ROM) rotacional adecuado, asegurando mayor estabilidad y funcionalidad en la articulación (Oh et al., 2017).

El ángulo de RH se encuentra sujeto a cambios durante el crecimiento, Edelson (2000), señala que esta variación angular sería parte de un proceso natural denominado derotación, mediante el cual la cabeza humeral se rota o tuerce gradualmente hasta asumir los valores angulares estándar registrados en

individuos adultos, los cuales oscilan entre los 25° y 30°. Mediante el análisis de restos óseos subadultos y adultos jóvenes -----con edades comprendidas entre los 4 meses y los 19 años—, se determinó que el proceso derotativo comenzaría desde el nacimiento. Desde ese momento hasta los 8 años, la RH iría disminuyendo de manera considerable; luego el ángulo se reduciría de forma limitada y lenta, culminando el proceso entre los 16 y 19 años.

Por otro lado, en el ámbito clínico-deportivo el análisis de RH ha sido abordado de forma extensiva en atletas que practican deportes de lanzamiento, puesto que de forma recurrente han presentado un mayor ángulo en el brazo dominante. El aumento de este ángulo se ha asociado con una mayor tendencia al desarrollo de lesiones en la articulación glenohumeral, por lo que su estudio se ha transformado en una herramienta importante para su prevención y manejo (Roach, et al., 2012)

En este contexto algunos estudios clínicos sobre el tema, se encuentran Yamamoto et al. (2006), quienes analizaron la RH en 66 jóvenes atletas de entre 9 y 14 años. Para la medición utilizaron ultrasonido, técnica que no permitía estimar directamente el ángulo de RH; por ello se midió un indicador alternativo, el ángulo bicipital-antebraquial, descrito como la orientación del surco bicipital y el eje del antebrazo. Este ángulo mantiene una relación inversa con la RH: a mayor ángulo bicipital, menor retroversión; menor ángulo bicipital, mayor retroversión.

Los resultados mostraron que el ángulo bicipital-antebrazo fue incrementándose durante el crecimiento, lo que se traduce a una disminución progresiva de la RH. Asimismo, los promedios de los ángulos en el hombro dominante y no dominante fueron de 10,6° y 13,5°, respectivamente, lo que se interpreta como una mayor RH en el hombro dominante. Esta diferencia, se acompañó por un rango de movimiento (ROM) de rotación externa también superior en el lado dominante.

Yamamoto y colaboradores (2006), indicaron que los resultados eran consistentes con la bibliografía clínica existente, en especial la disminución de RH a lo largo del crecimiento —congruente con lo propuesto por Edelson (2000)—. Además, sugirieron que la presencia de una mayor RH, no se relacionaría en su totalidad solo con el lanzamiento, sino que probablemente el realizar este tipo de actividades desde una edad temprana restringiría el proceso fisiológico de derotación de la cabeza humeral. No obstante, mencionan que es necesario considerar complementar este estudio con herramientas que permitan la medición de ambos ángulos.

Asimismo, Chant et al. (2007), realizan un estudio en beisbolistas jóvenes adultos, analizando el ángulo de RH y su relación con el Rango de movimiento (ROM) rotacional del hombro. La muestra se compuso por 19 jugadores competitivos y un grupo de control de seis personas que no realizaban ningún deporte de lanzamiento o uso unilateral de los brazos. Para la medición del ROM rotacional se utilizó un goniómetro universal, mientras que para el ángulo de RH se realizaron escáneres de tomografía computarizada.

Los promedios angulares de RH fueron de $44.9^{\circ} \pm 10.9^{\circ}$ en el brazo lanzador y de $34.3^{\circ} \pm 6.9^{\circ}$ en el no lanzador, mostrando una diferencia significativa de un lado con otro en contraste con del grupo de control que obtuvo 35.9° en el dominante y 33.6° en el no dominante. En cuanto al ROM, la rotación externa fue mayor en el brazo lanzador y menor en el no lanzador, mientras que la rotación interna se observó este patrón, pero de forma inversa. Por otro lado, en el grupo de control no se encontró una diferencia bilateral estadísticamente significativa en el ROM rotacional.

A partir de estos resultados, Chant et al. (2007) asociaron que, a mayor ángulo de RH, el ROM rotacional externo se incrementa (relación positiva) y el rotacional interno disminuye (relación negativa). Esto sería congruente con estudios anteriores en atletas lanzadores donde se ha encontrado una diferencia

angular entre el lado dominante y no dominante. También señalan que el ROM se creía que solo era influenciado por los tejidos blandos), pero que finalmente al igual que otras investigaciones, este estudio funciona como evidencia de que existe un componente óseo, en este caso la RH que funciona como un factor influyente en el rango de movimiento de la articulación glenohumeral. Concluyen que esta relación no debiese ser ignorada, puesto que su consideración permitiría entender procesos de adaptación y comportamiento del hombro lanzador.

Si bien una parte considerable de las investigaciones clínicas se ha concentrado en deportistas lanzadores, el estudio de RH también ha sido abordado en poblaciones no deportistas, con el objetivo de comprender patrones generales y posibles diferencias poblacionales para este indicador osteológico. Dare et al (2012), con el propósito de explorar variaciones geográficas en los ángulos de torsión y retroversión, mediante el uso de un torsiómetro, analizaron 232 pares de húmeros correspondientes a individuos adultos procedentes múltiples regiones de África oriental (Uganda, Ruanda, Kenia, Burundi y Congo).

Los resultados indicaron, para el lado derecho un promedio de torsión de $58,55^\circ$ y de retroversión de $31,45^\circ$, mientras que para el lado izquierdo los valores obtenidos fueron de $54,67^\circ$ y $35,33^\circ$, respectivamente. Estos resultados evidenciaron una mayor torsión en el brazo izquierdo — lo cual se puede entender también como una menor retroversión—diferiendo con estudios anteriores en poblaciones americanas e indias, no obstante, coincidiría con reportes en poblaciones afroamericanas.

Los investigadores concluyen que los ángulos de torsión y retroversión al encontrarse sujetos a diferentes factores de variabilidad, tanto hereditarios como mecánicos, se dificulta establecer un valor universal de referencia. Sin embargo, señalan que los resultados obtenidos pueden funcionar como un rango de referencia específico para las poblaciones a las cuales pertenecen las muestras

utilizadas, siendo útil para el manejo de lesiones y tratamiento de patologías en el hombro.

En resumen, los estudios descritos permiten esclarecer como la retroversión humeral es un elemento capaz de influir en la mecánica y uso funcional del brazo. A partir de su medición y respectiva cuantificación, se ha encontrado una relación directa con el rango de movimiento rotacional del hombro—positiva con el externo y negativa con el interno—, demostrando cómo las variaciones en este ángulo pueden influir en la biomecánica y desempeño de la articulación glenohumeral. Asimismo, la presencia de ángulos elevados de RH se ha vinculado a actividades demandantes —como el lanzamiento— realizadas desde una edad temprana, las cuales restringirán la rotación natural de la cabeza humeral.

Por otra parte, la variabilidad de los ángulos entre poblaciones sugiere que este rasgo está sujeto a múltiples factores poblacionales y funcionales—étnicos, demanda física, otros—. En este sentido la RH puede entenderse como un marcador osteológico sensible a patrones de uso y carga mecánica durante el desarrollo, poseyendo un potencial analítico no sólo para el área clínica, sino también para investigaciones bioarqueológicas orientadas a la reconstrucción de modos de vida.

4.4.2. Perspectiva bioarqueológica: estudios de casos

En cuanto a la implicación evolutiva de la torsión humeral, Larson y colaboradores (2007) analizaron restos parciales de la cintura pectoral del holotipo de *Homo floresiensis* (LB1), incluyendo un húmero derecho (LB1/50), una clavícula incompleta (LB1/5), y una escápula asociada a otro individuo, los cuales fueron comparados con el esqueleto de un niño *Homo erectus* (KNM-WT 15000). Los resultados revelaron una TH baja, estimada en aproximadamente en 115° para LB1 y 111.5° para KNM-WT 15000, lo que contrasta marcadamente con los valores medios de los humanos modernos, que rondan los 140°.

Larson et al. (2007) indican que, en un homínido fabricante de herramientas, una baja TH sin una configuración de hombro moderna había implicado que el codo funcionara lateralmente en lugar de en un plano sagital. Sin embargo, la persistencia de esta baja torsión en combinación con clavículas relativamente cortas —un rasgo primitivo— y escápulas con características modernas, sugiere que esta morfología representa una etapa de transición en la evolución de la cintura pectoral homínida. Esta baja torsión resultaría en un factor evolutivo clave: para mantener el funcionamiento normal del codo en un plano sagital, la clavícula corta forzó la escápula a una posición más adelantada, resultando en que la cavidad glenoidea se orientara hacia anterior. Esta orientación, compensa el húmero con baja torsión, permitiendo la manipulación y el uso de herramientas sin la necesidad de la marcada torsión que se observa en los homínidos posteriores (Larson et al., 2007).

El mismo año, Larson (2007), a partir de los restos óseos analizados anteriormente y junto a nueva evidencia, se dedicó a profundizar acerca de la evolución del hombro homínido proponiendo que este no habría seguido una transición lineal. Los primeros homínidos tuvieron variadas características primitivas —clavícula corta, escápula dorsal, glenoide dirigido hacia superior y TH baja—. Mientras que el *H. erectus* temprano presentó una combinación de características primitivas retenidas —clavículas cortas y muy baja TH— junto con una escápula de aspecto más moderno —glenoide dirigido más hacia anterior— una configuración que se propone fue una etapa transicional estable. En este contexto, el incremento del ángulo de TH observada en humanos modernos sería un rasgo relativamente reciente asociado a modificaciones funcionales del miembro superior.

Por su parte, Rhodes y Churchill (2009) realizaron un estudio sobre el lanzamiento en el paleolítico superior, medio y final, en fósiles pertenecientes a neandertales y primeros humanos modernos europeos. Los resultados mostraron elevados ángulos de retroversión en neandertales, teniendo un promedio de 43°

para el brazo derecho y 56.5° en el izquierdo, reflejando poca asimetría bilateral. En cambio, los humanos mostraron ángulos entre los 24° y 41° , destacándose principalmente los pertenecientes al paleolítico final, quienes presentaban una alta asimetría bilateral de $15,6^\circ$. Los investigadores señalan que la poca asimetría en neandertales se debería al poco o nulo uso de proyectiles de lanzamiento y que su marcada retroversión sería propia de su morfología. No así el caso de los humanos, quienes al presentar mayor asimetría y un menor ángulo, posiblemente debido a un mayor uso de armas proyectiles. Es así como, concluyen que, si bien la RH es un buen marcador de actividades, debiese ser utilizado junto con otras variables —como la asimetría bilateral— u otros marcadores.

Posteriormente, Singh y Kumar (2015) en busca de determinar el ángulo de torsión analizaron una muestra de 150 pares de húmeros de sujetos no identificados contemporáneos. Esto lo realizaron utilizando un torsiómetro, un transportador y una tabla osteométrica. Los resultados revelaron una media de 31.04° en el lado izquierdo y 34.90° en el derecho, los cuales compararon con investigaciones previas en primates y otras poblaciones, concluyendo de esta forma que el ángulo de torsión aumenta progresivamente en la escala evolutiva de los primates, siendo menor en las poblaciones primitivas y mayor en las “civilizadas”. Además, establecen que la expresión o valor angular de la TH es altamente variable, ya que se encontraría sujeto a factores de herencia biológica y de actividad física habitual.

Luego, Guyomarch'h y colaboradores (2020) con el objetivo de recopilar datos biológicos y analizar procesos microevolutivos junto con posibles patrones de comportamiento del pasado, realizan un estudio a partir de un húmero izquierdo adulto completo, fechado en el Paleolítico superior medio y procedente de la Cueva Cussacc, Francia. Uno de los marcadores osteológicos evaluados fue la RH, llevando a cabo su medición mediante el uso de herramientas virtuales (software e imagenología) y calibradores manuales. El resultado fue un ángulo de $46,0^\circ$, considerado alto en humanos modernos, del cual señalan que podría

relacionarse con estímulos mecánicos asociados a posibles actividades de lanzamiento; sin embargo, debido a la naturaleza aislada del resto óseo, lo mantienen como una hipótesis.

En cuanto a estudios específicos en poblaciones cazadoras-recolectoras y pescadoras, Hubbart (2021) analizó los ángulos de RH en húmeros adultos de la población arcaica Windover y un grupo de control agrícola. Los resultados obtenidos indicaron un promedio de 41.19° y 39,06° en los lados derecho e izquierdo en individuos masculinos, y de 34.1° y 32.31° en individuos femeninos. Evidenciando un mayor ángulo y asimetría en individuos masculinos de Windover, a diferencia del grupo de agrícola, quienes presentaron ángulos bajos y una menor asimetría.

Hubbart (2021) señala que una marcada RH estaría relacionada a las actividades de subsistencia y la división sexual del trabajo. En el caso de la asimetría, esta lo atribuye al lanzamiento habitual por encima del hombro con atlatl, actividad asociada típicamente a individuos masculinos de sociedades cazadoras- recolectoras. Por otro lado, los individuos femeninos y ambos sexos del grupo agrícola habrían participado mayoritariamente en actividades que implicaban el uso bilateral de los brazos — recolección con redes o agricultura— que no generaría el mismo tipo de estrés mecánico en la articulación glenohumeral. De este modo, cierra destacando que el húmero se adaptó a las demandas mecánicas de las conductas sociales de la población Windover, siendo la actividad física un determinante en la expresión de este marcador.

Asimismo, un estudio de TH y RH más reciente es el realizado por Inostroza y Muñoz (2025), quienes estudiaron a grupos costeros de la región del Biobío Chile, los cuales se desarrollaron entre los períodos arcaico y el Alfarero tardío. Dichos grupos, realizaban actividades relacionadas a la recolección, caza y pesca, en las cuales hacían uso de arpones, dardos y lanzas. Obtuvieron como resultado un ángulo de retroversión que iba desde los 50.94° y 48.46°, los cuales

concluyeron que eran consistentes con adaptaciones funcionales específicas a las actividades que realizaban en sus periodos de desarrollo.

En síntesis, considerando los estudios de casos descritos anteriormente, los diferentes investigadores plantean que la expresión de TH y RH, responden a la interacción de múltiples procesos adaptativos y funcionales dados por elementos evolutivos, hereditarios y sociales, tales como las diferencias morfológicas en homínidos o la división sexual del trabajo. Asimismo, el análisis e interpretación de estos marcadores requiere un enfoque contextual, considerando no solo los valores angulares, sino también el marco biocultural en el que se desarrollaron los individuos o población.

En cuanto al contexto latinoamericano se trata, particularmente en la zona Norte y Austral de Chile, el desarrollo de estudios enfocados en el análisis de RH sigue siendo limitado, lo que evidencia la necesidad de investigaciones que integren este marcador dentro de discusiones más amplias sobre la reconstrucción de los modos de vida. De este modo, la RH se proyecta como una variable relevante para el estudio comparativo de poblaciones del pasado.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Comparar la magnitud y distribución de la retroversión humeral entre poblaciones cazadoras-recolectoras de la costa norte y la zona austral de Chile, para discutir posibles diferencias en patrones de uso del miembro superior asociados a sus modos de vida.

5.2. Objetivos específicos

1. Medir los ángulos de retroversión humeral a lo largo de la secuencia ocupacional en poblaciones prehispánicas de la Costa de Antofagasta y el Archipiélago Chonos y de las Guaitecas.
2. Establecer posibles relaciones entre el sexo del individuo y su ángulo de retroversión a través de la estimación de sexo en los humeros de la muestra
3. Calcular medidas de tendencia central para conocer las diferencias y/o similitudes en la expresión de retroversión humeral entre ambas zonas geográficas
4. Describir la distribución de los valores de retroversión humeral para cada zona.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Osteogenesis humeral

El húmero forma parte del esqueleto del brazo y es uno de los huesos largos principales de las extremidades superiores. Es un hueso largo y tubular que se articula proximalmente con la escápula y distalmente con el radio y el cúbito (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005).

La formación del húmero —osteogénesis humeral— ocurre mediante la osificación endocondral (basada en un molde de cartílago), un proceso que se puede describir detalladamente desde el desarrollo embrionario hasta la fusión epifisaria en la edad adulta (Scheuer & Black, 2000).

6.2. Desarrollo embrionario y fetal inicial

La formación del húmero comienza en el periodo embrionario. El centro primario de osificación aparece en la diáfisis (cuerpo del hueso) aproximadamente en la séptima semana fetal, siendo una de las primeras partes del esqueleto en osificarse (Scheuer & Black, 2000).

A lo largo del desarrollo fetal, el húmero es identificable por la morfología de su diáfisis. El cuerpo es típicamente redondeado en la mitad proximal, más angosto en el medio y triangular en la mitad distal. Una característica distintiva visible en el extremo distal, que ayuda a diferenciarlo de otros huesos largos fetales y neonatales, es la fosa olecraneana, una depresión amplia y bilateral en el lado posterior (Baker et al., 2005) (ver Figura 1).

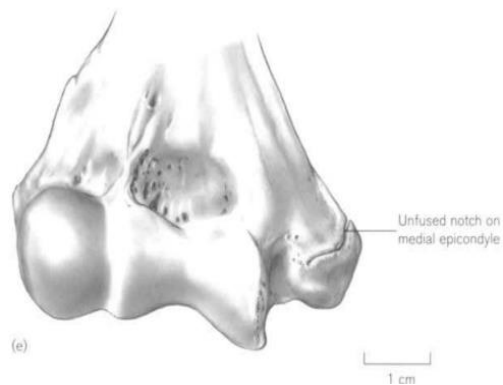


Figura 2. Fosa olecraneana, epífisis distal húmero sub-adulto, vista posterior (Scheuer & Black, 2000, p. 284).

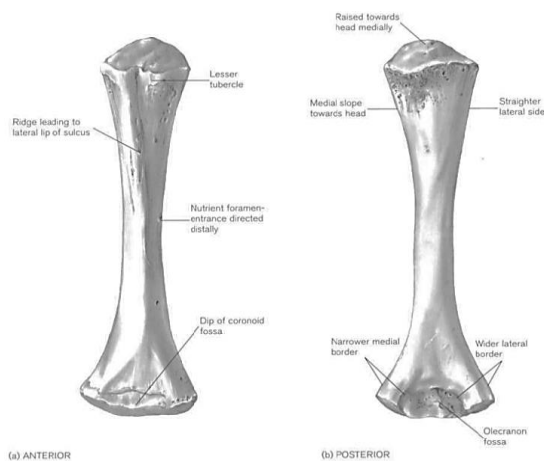


Figura 2. Húmero perinatal derecho, vista anterior y posterior respectivamente (Scheuer & Black, 2000, p.280).

6.2.1. Aparición de Centros Secundarios (Epífisis)

Los centros de osificación secundarios, o epífisis, que forman las articulaciones del hueso, aparecen generalmente en el período perinatal o durante la primera infancia. (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005).

6.2.2. Extremo Proximal (Hombro)

La epífisis proximal del húmero puede estar presente entre el nacimiento y los 6 meses de edad (Baker et al., 2005). De hecho, el centro secundario para

la cabeza puede ser visible tan pronto como entre las semanas fetales 36 y 40 (Scheuer & Black, 2000). Inicialmente, este centro se presenta como un pedazo de hueso ovalado, poroso y con una apariencia burbujeante. El aspecto posterior de este hueso es redondeado, mientras que el aspecto anterior muestra una proyección en forma de gancho en su borde lateral (Baker et al., 2005) (véase Figura 3). El centro secundario para el tubérculo mayor aparece posteriormente, en general entre 1 y 2 años. Finalmente, el centro para el tubérculo menor puede aparecer alrededor de los 4 años o más. Estos centros proximales se fusionan entre sí para formar una única epífisis compuesta (Scheuer & Black, 2000).

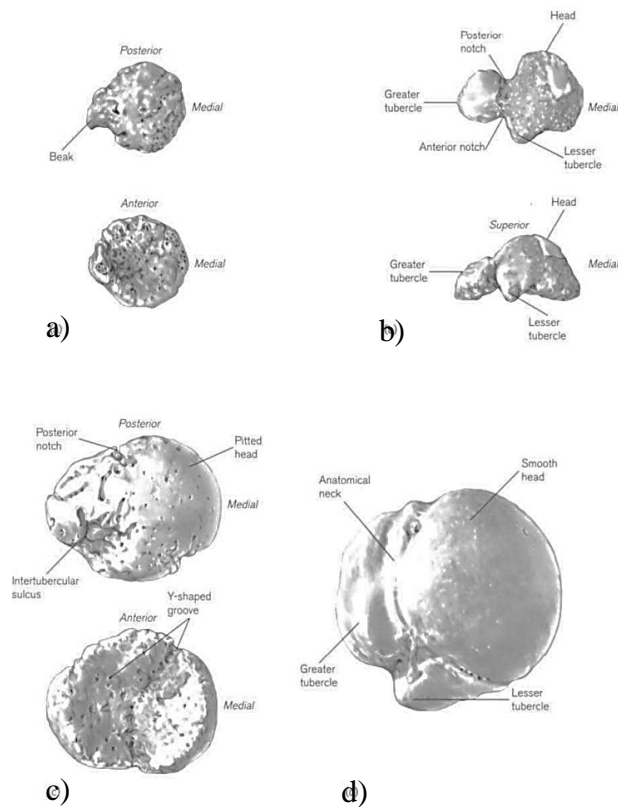


Figura 3. Desarrollo de la epífisis humeral derecha. *Nota.* (a) Cabeza osificada - 3 años; (b) epífisis compuesta temprana - 3 años; (c) epífisis compuesta tardía - 8 años; (d) epífisis madura - adolescente (Scheuer & Black, 2000, p.282).

6.2.3. Extremo Distal (Codo):

El desarrollo distal es más secuencial.

- El centro secundario para el capítulo aparece entre 1 y 2 años (Scheuer & Black, 2000). La epífisis no fusionada del capítulo es redondeada y lisa en su aspecto anterior, pero irregular y más puntiaguda en su borde posterior y lateral (Baker et al., 2005) (véase Figura 4).
- El centro para el epicóndilo medial aparece alrededor de los 4 años o más. Cabe destacar que esta epífisis se distingue porque carece de una superficie articular (Baker et al., 2005).
- El centro para la tróclea (trochlea) aparece aproximadamente a los 8 años (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005) (ver Figura 4).
- El centro para el epicóndilo lateral es el último de los centros distales en aparecer, generalmente alrededor de los 10 años (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005).

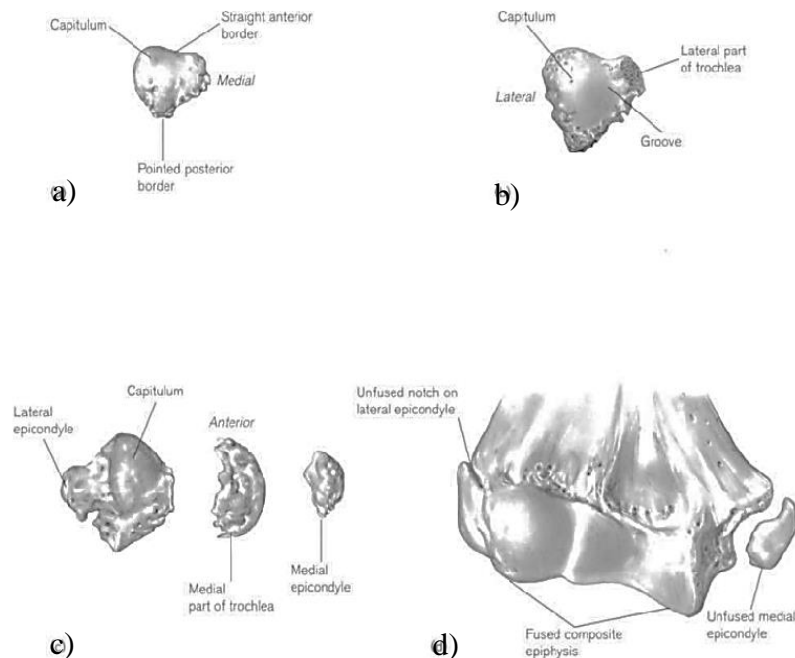


Figura 4. Centros de osificación en desarrollo. **Nota.** (a) 7 años; (b) 8 años; (c) epífisis separada en 3 partes - niñez tardía; (d) mayor parte de la epífisis compuesta fusionada - adolescente (Scheuer & Black, 2000, p.284).

6.3. Fusión Epifisaria y Etapa Adulta

La fusión de las epífisis con la diáfisis ocurre durante la adolescencia tardía (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005).

6.3.1. Fusión Distal:

Los centros distales (capítulo, tróclea y epicóndilo lateral) se combinan primero entre sí, y luego esta epífisis distal compuesta se une al cuerpo del húmero (Scheuer & Black, 2000). Esto sucede entre los 11 y 15 años en mujeres y entre los 12 y 17 años en varones. El epicóndilo medial es a menudo el último de los centros distales en fusionarse. Su fusión se completa entre los 13 y 15 años en mujeres y entre los 14 y 16 años en varones. (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005).

6.3.2. Fusión Proximal:

La epífisis proximal compuesta (que incluye la cabeza y los tubérculos) se une a la diáfisis humeral posteriormente. Esto ocurre típicamente entre los 13 y 17 años en mujeres y entre los 16 y 20 años en varones (Scheuer & Black, 2000; Baker et al., 2005). Es importante notar que la observación directa de la fusión ósea completa en huesos secos suele situar la fusión aproximadamente dos años más tarde que los datos obtenidos mediante estudios radiográficos (Baker et al., 2005). Una vez que se completa esta fusión, el hueso alcanza su morfología adulta (véase Figura 5).

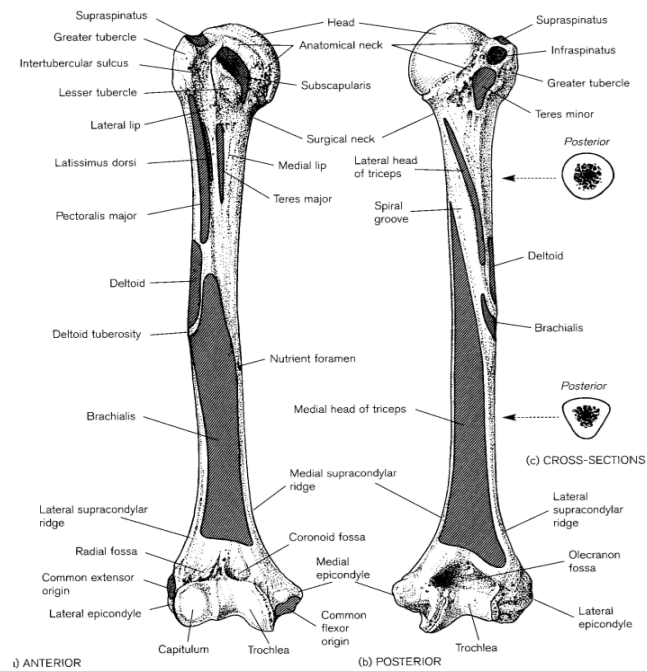


Figura 5. Húmero adulto derecho y sus principales hitos anatómicos, vista anterior y posterior respectivamente (Scheuer & Black, 2000, p.275).

6.4. Descripción morfológica del húmero

El húmero, el hueso perteneciente al brazo, es de particular interés en bioarqueología debido a su capacidad para registrar la expresión de las demandas mecánicas de las extremidades superiores. Morfológicamente, presenta características clave para el estudio de su torsión:

- a. **Cabeza Humeral:** La superficie articular proximal del hueso. En primates superiores y humanos, la cabeza humeral se orienta postero-medialmente o casi completamente medialmente, a diferencia de la mayoría de los mamíferos donde se orienta hacia atrás (Singh y Kumar, 2015) (ver Figura 6).

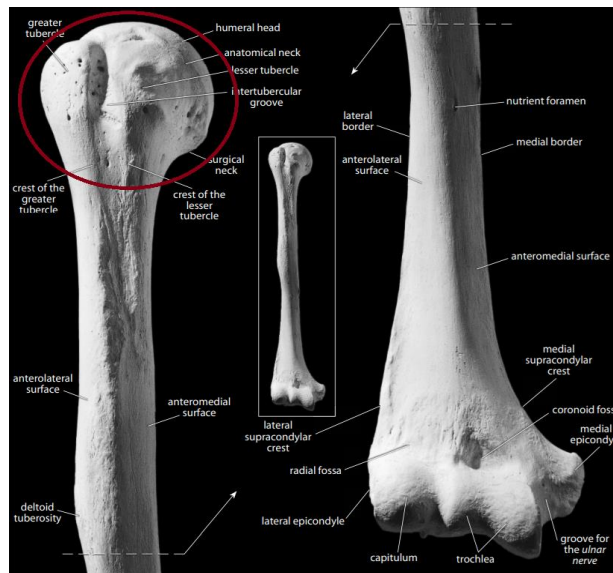


Figura 6. Húmero derecho, vista anterior. *Nota.* Círculo indica cabeza humeral (adaptado de White & Fokens, 2012, pp. 204-205).

- b. **Superficie Articular Distal:** Formada por el cóndilo (capítulo y tróclea). La torsión se mide en relación con esta superficie (Rhodes & Churchill, 2009) (ver Figura 7).

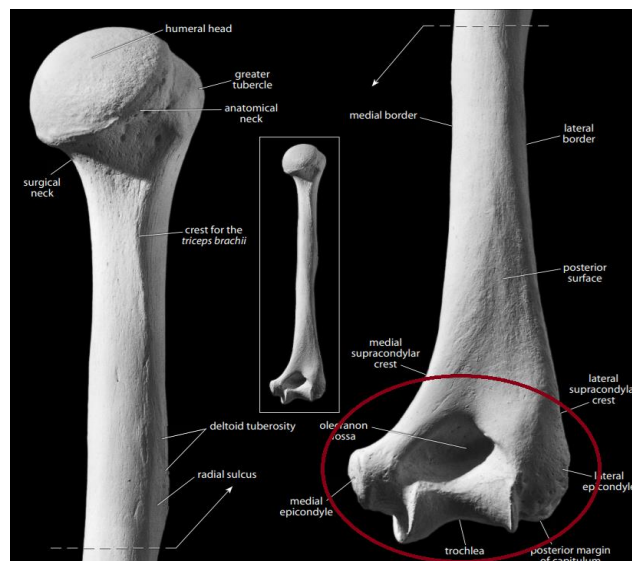


Figura 7. Epífisis distal húmero derecho, vista posterior. *Nota.* Círculo indica superficie articular distal (adaptado de White & Folkens, 2012, pp.206-207).

c. **Diáfisis (Cuerpo):** El eje longitudinal del hueso (ver Figura 8).

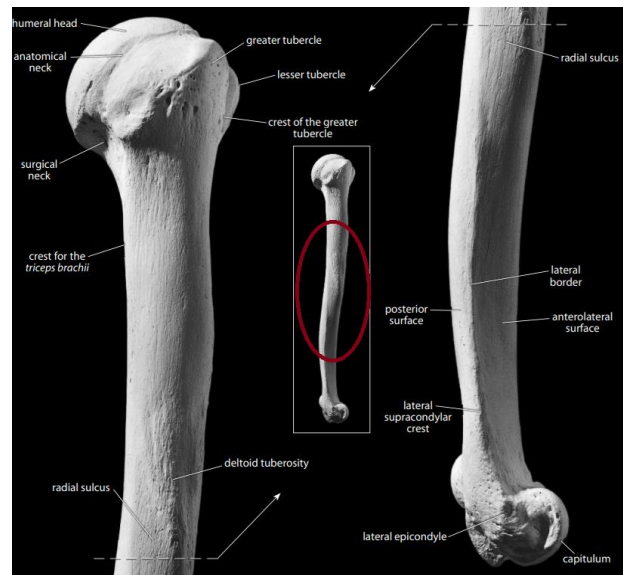


Figura 8. Húmero derecho, vista lateral. *Nota.* Círculo indica diáfisis del húmero (adaptado de White & Folkens, 2012, pp. 208-209).

- d. **Tubérculos (Mayor y Menor):** Elevaciones en el extremo proximal del húmero donde se insertan músculos del manguito rotador. La posición de la cabeza humeral se puede medir en relación con los tubérculos (Larson, 1996) (ver Figura 9).
- e. **Surco Bicipital (Surco intertubercular):** Una depresión entre los tubérculos mayor y menor. Este surco puede usarse para estimar la posición de la cabeza humeral en húmeros incompletos, ya que la relación entre la cabeza humeral y el surco bicipital se mantiene bastante constante entre diferentes especies de primates (Larson, 1996) (ver Figura 9).

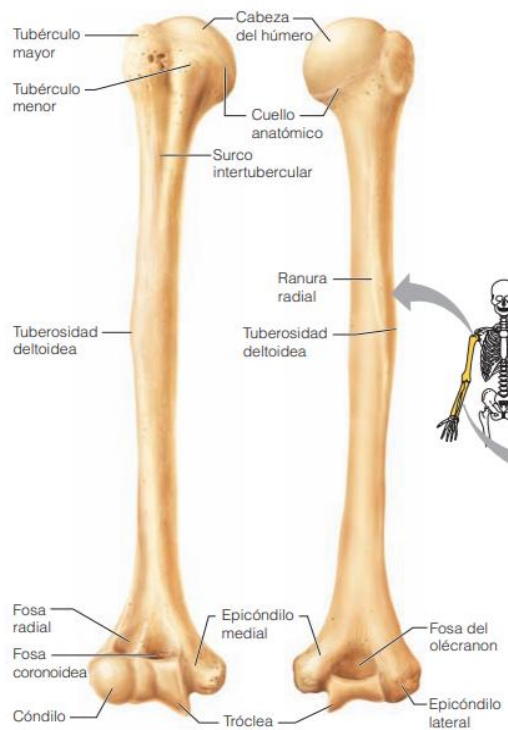


Figura 9. Representación del diagrama del húmero (Marieb, 2008).

6.5. Músculos y Articulaciones Asociadas al Húmero

Las articulaciones se definen como el conjunto de elementos que unen a los huesos entre sí (Rouvière y Delmas, 2005). Éstas, en conjunto con el desplazamiento y contracción de los músculos, otorgan estabilidad, protección y movimiento al cuerpo humano (Tortora y Derrickson, 2017). En el caso del húmero, este posee múltiples articulaciones y grupos musculares que influyen en su morfología y movilidad, por lo que la descripción de estos elementos resulta necesaria para comprender la anatomía funcional de este hueso en su totalidad.

Las articulaciones del hombro son de clase sinovial (ver Figura 10), se caracterizan por tener superficies articulares lisas separadas por un espacio articular con líquido sinovial; una cápsula articular y ligamentos; una membrana sinovial, que se encargan de unir, nutrir y lubricar las superficies de los huesos, facilitando la movilidad (Rouvière y Delmas, 2005). En el hombro, hay tres tipos

de articulaciones sinoviales: esferoidea donde las superficies articulares se asemejan a segmentos de esfera (una convexa y la otra cóncava); la de encaje recíproco o en silla de montar, que posee superficies cóncavas y convexas en sentidos opuestos; y la plana caracterizada por superficies prácticamente planas (Rouvière y Delmas, 2005).

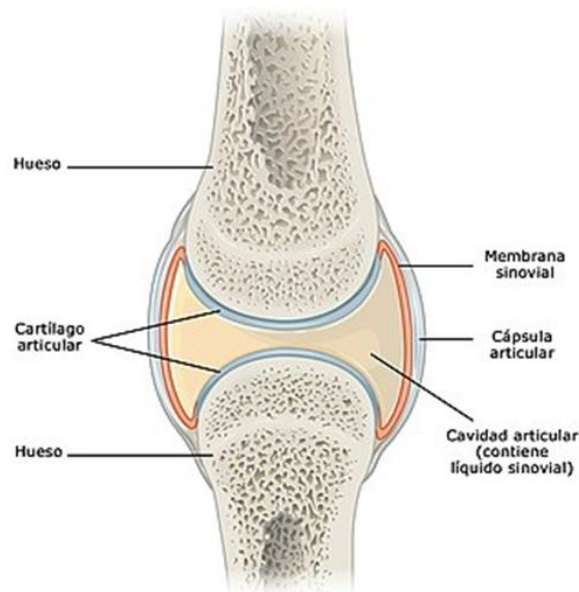


Figura 10. Articulación Sinovial Tipo (Quinn, 2024).

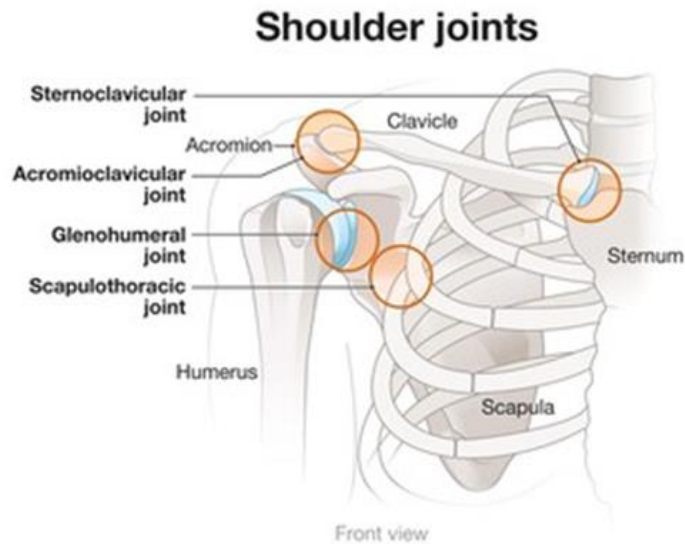
Debido a su estructura sinovial, las articulaciones del hombro se distinguen por ser unas de las más móviles y complejas del cuerpo humano ya que permiten una amplia gama de movimientos en múltiples planos (McCausland et al., 2023; Giacomo et al., 2008). El hombro se compone fundamentalmente por tres huesos, clavícula, escápula y húmero, los cuales, al unirse, generan las tres articulaciones principales: glenohumeral, acromioclavicular y esternoclavicular (Rouvière y Delmas, 2005).

La articulación glenohumeral (ver Figura 11), de tipo esferoidea, es la unión entre la cabeza humeral con la cavidad glenoidea de la escápula (Rouvière y Delmas, 2005). Es una de las articulaciones más importantes del hombro, puesto que proporciona un mayor rango de movimiento (Giacomo et al., 2008).

Los movimientos asociados a esta son la flexión, extensión, abducción, aducción, rotación medial y lateral, así también la circunducción (Latarjet y Ruiz, 2019).

Por otra parte, la articulación acromioclavicular (ver Figura 11) une el extremo lateral de la clavícula (fin acromial) con el borde medial del acromion (Latarjet y Ruiz, 2019). En otras palabras, une a los huesos de la cintura escapular entre sí (Rouvière y Delmas, 2005). Esta articulación es de tipo sinovial plana, por lo que rango de movilidad —a diferencia de la articulación glenohumeral— es limitado y se le asocia principalmente a movimientos de deslizamiento (Latarjet y Ruiz, 2019).

Por último, la articulación esternoclavicular (ver Figura 11) es la unión de la clavícula con el esternón y el primer cartílago costal (Rouvière y Delmas, 2005). Se trata de una articulación sinovial en silla de montar, la cual entre el esternón y la clavícula posee un disco articular cartilaginoso que ayuda a que las superficies óseas puedan concordar (Rouvière y Delmas, 2005). Tiene un rango de movilidad reducido, no obstante “el hombro y la clavícula pueden ejecutar movimientos de elevación, descenso, proyección anterior y proyección posterior, que se efectúan en la articulación esternoclavicular (...) También pueden efectuarse movimientos de circunducción” (Rouvière y Delmas, 2005, p.76).



shutterstock.com · 2050725866

Figura 11. Articulaciones del hombro (Recuperado de shutterstock, s/f).

Con respecto a los músculos del hombro, Rouvière y Delmas (2005) plantean que son aquellos que contribuyen en la formación de la pared axilar y la movilidad de la misma región. Estos músculos pueden organizarse en base a dos planos, superficial y profundo, mientras que el primero comprende aquellos músculos que se encuentran más cercanos a la superficie de la piel —el pectoral mayor—, el segundo abarca los que están más próximos a los huesos o articulaciones — los músculos subclavio y pectoral menor — (Rouvière y Delmas, 2005)

Rouvière y Delmas (2005), considerando la ubicación respecto a los ejes y planos anatómicos, clasifican los músculos distinguiendo así cuatro grupos principales: Anterior, medial, posterior y lateral. En el grupo muscular anterior se ubican el subclavio, pectoral menor y pectoral mayor, mientras que en el grupo muscular medial tan solo el serrato anterior, el cual se extiende desde las costillas hasta la clavícula. Por otro lado, el grupo posterior está conformado por los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor, redondo mayor, dorsal

ancho y el subescapular. Finalmente, en el grupo muscular lateral se encuentra el deltoides.

Siguiendo esta misma línea, en base a lo planteado por Rouvière & Delmas (2005) y Latarjet & Ruíz (2019), para una mayor comprensión se describe de forma detallada y breve cada músculo, considerando su forma, ubicación y función.

- a. **Subclavio:** posee una forma alargada y fusiforme, ubicado en la zona inferior de la clavícula. Se extiende de forma oblicua entre la primera costilla y la clavícula, brindando estabilidad a la zona.
- b. **Pectoral menor:** músculo profundo del grupo anterior, tiene forma triangular y aplanada. Se inserta de forma oblicua desde la tercera, cuarta y quinta costilla hasta la apófisis coracoides de la escápula. Se relaciona con la estabilidad y movilidad del hombro (ver Figura 12).
- c. **Pectoral mayor:** músculo más superficial y extenso del grupo anterior, por lo que cubre a los músculos profundos, subclavio y pectoral menor. Es amplio, aplanado y de forma triangular. Se inserta en variadas articulaciones o huesos, en el tercio lateral de la clavícula, la cara anterior del esternón y los cartílagos costales, mientras que sus fascículos convergen hacia la cresta del tubérculo mayor del húmero. Se asocia con los movimientos de aducción y rotación medial del brazo (ver Figura 12).
- d. **Serrato anterior:** único músculo del grupo muscular medial se caracteriza por su forma cuadrada y aplanada, situado en la pared lateral del tórax. Sus inserciones se extienden sobre las diez primeras costillas hasta el borde medial de la escápula (ver Figura 12).
- e. **Subescapular:** músculo ancho, grueso y triangular, se extiende desde la cara anterior de la escápula, específicamente la fosa subescapular, hasta el tubérculo menor del húmero, en la carilla de inserción en la zona

superomedial. Se encarga de la aducción y rotación medial del húmero (ver Figura 12).

- f. **Supraespinoso:** músculo grueso con forma de pirámide triangular. Se inserta de forma completa en la fosa espinosa de la escápula y llega hasta la cara superior del tubérculo mayor humeral. Se considera esencial para la movilidad, debido a que contribuye a la aducción del húmero (ver Figura 12).
- g. **Infraespinoso:** músculo aplanado y triangular. Se ubica en la zona inferior de la fosa infraespinosa de la escápula y se expande hasta la carilla media del tubérculo mayor del húmero. Contribuye en la abducción y rotación lateral del húmero, al mismo tiempo que actúa como ligamento para la articulación glenohumeral (ver Figura 12).
- h. **Redondo menor:** músculo alargado y aplanado, ubicado en el costado inferior del músculo infraespinoso, extendiéndose desde el borde lateral de la escápula hasta el tubérculo mayor del húmero en la carilla inferior de este. Al igual que el infraespinoso, su acción es la rotación lateral del húmero y mantener la cabeza de este en la cavidad glenoidea (ver Figura 12).
- i. **Redondo mayor:** músculo voluminoso y grueso, con forma alargada y aplanada situado inferior al redondo menor. Se extiende desde el ángulo inferior de la escápula hasta la cresta del tubérculo menor humeral, específicamente en el surco intertubercular. Es aductor del brazo (ver Figura 12).
- j. **Dorsal ancho:** Músculo ancho, aplanado y delgado Se extiende desde el tronco —regiones torácica, lumbar y sacra de la columna vertebral— hasta el fondo del surco intertubercular del húmero. En cuanto a la acción, influye en la aducción y rotación medial del brazo (ver Figura 12).

k. Deltoides: Músculo voluminoso y grueso, con forma de semicono hueco con la base en la zona superior y el vértice en la parte inferior. Se ubica en zona lateral del hombro y se inserta en el tercio lateral del borde anterior de la clavícula, el acromion y la espina de la escápula, terminando en la tuberosidad deltoidea del húmero. Este es abductor y rotador medial del brazo, asimismo produciendo movimientos de rotación, aducción y extensión (ver Figura 12).

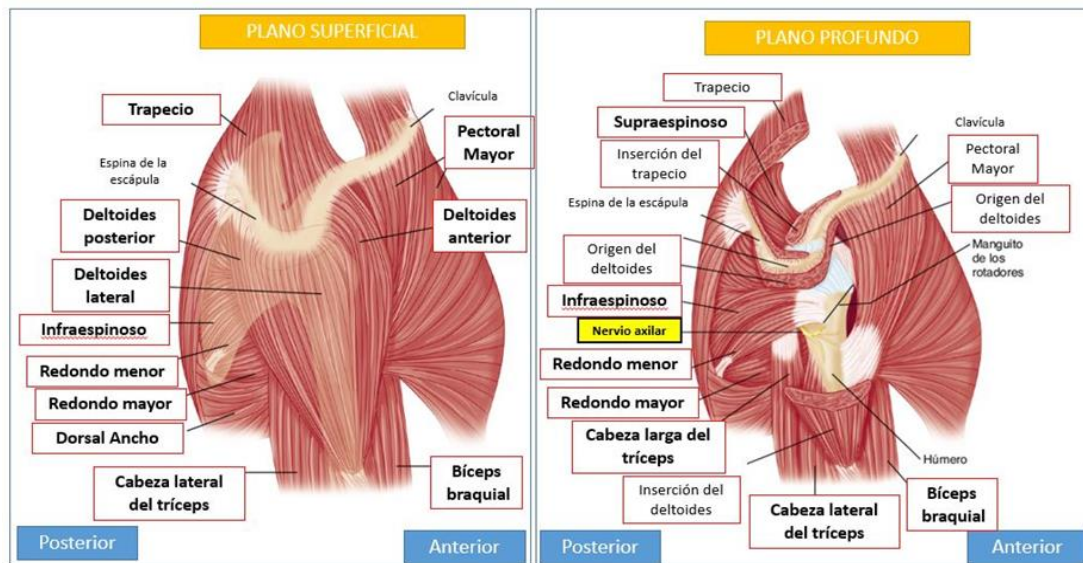


Figura 12. Músculos asociados al movimiento del hombro (recuperado de Dolopedia, s/f.).

6.6. Biomecánica del húmero

Como se abordó anteriormente, el hombro constituye uno de los complejos articulares con mayor rango de movilidad y capacidad funcional en el cuerpo humano (Giacomo et al., 2008). Esta capacidad, se le atribuye principalmente a la articulación glenohumeral - unión entre el húmero y la escápula-, que al ser de tipo esferoidea, las superficies articulares tienen contacto limitado, donde la cabeza humeral -de forma convexa y gran tamaño-, se desliza con mayor libertad sobre la superficie de la cavidad glenoidea- relativamente plana-(Rouviéré y

Delmas, 2005; Suarez y Osorio, 2013). Esto permite desplazamientos amplios en diferentes ejes y planos, lo que a su vez posibilita movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna y externa (Rouvieré y Delmas, 2005).

En cuanto a los movimientos de flexión y extensión del brazo, estos se realizan en el plano sagital alrededor de un eje transversal que pasa por el centro de la cabeza humeral (Rouvieré y Delmas, 2005). La flexión o proyección anterior, como indica su nombre el brazo va hacia adelante, logrando una amplitud cercana a los 130°, la cual, mediante la rotación ascendente de la escápula y el soporte de la columna vertebral, pueden lograr 180°, quedando vertical el brazo (Rouvieré y Delmas, 2005; Suarez y Osorio, 2013).

La extensión es contraria a la flexión, siempre se asocia directamente con el brazo y la escápula, siendo su amplitud de movimiento limitado con un rango de tan solo 25–30°, aunque puede llegar hasta los 107° con ayuda del desplazamiento de la columna vertebral (Rouvieré y Delmas, 2005)

En ambos movimientos participan distintos grupos musculares, pero en el caso de la flexión, está dada principalmente por el deltoides, supraespinoso, pectoral mayor, coracobraquial y bíceps braquial. Mientras que la extensión depende del deltoides, tríceps, dorsal ancho y el redondo mayor (Rouvieré y Delmas, 2005).

La abducción y aducción del brazo son movimientos en el plano frontal alrededor de un eje anteroposterior. La abducción puede alcanzar cerca de 95° en la articulación glenohumeral, pero gracias al movimiento combinado con la escápula puede llegar entre 150° y 180° en algunos individuos (Rouvieré y Delmas, 2005). Para este movimiento, el músculo encargado de iniciar la acción es el supraespinoso, continuado por el deltoides el cual va acompañado en menor medida por el infraespinoso y otros músculos de la cintura escapular (Rouvieré y Delmas, 2005).

Rouvieré y Delmas (2005) se refieren a la aducción pura como un movimiento limitado cuando el brazo se encuentra en posición anatómica, alcanzando sólo entre 1 y 8°. Sin embargo, ayuda en acciones como escalar, sostener y cargar objetos. Los músculos que principalmente participan en este movimiento son el dorsal ancho, el pectoral mayor y redondo mayor.

La rotación es el movimiento donde, en este caso el húmero, gira sobre su propio eje longitudinal, puede ser hacia lateral o medial, permitiendo que la mano y el miembro superior se adapte para el agarre de objetos (Latarjet et al. 2019; Rouvieré y Delmas, 2005). La rotación lateral puede llegar hasta los 95°, se encuentra limitada por la tensión de los ligamentos y músculos anteriores como el pectoral mayor, el redondo mayor y el subescapular. Su principal motor es el infraespinoso, asistido de manera secundaria por el redondo menor y el deltoides posterior.

Con relación a la rotación medial, esta tiene una amplitud de 50 a 55°, llegando a cerca de 96° cuando se suma la pronación del antebrazo (Rouvieré y Delmas, 2005). Los principales músculos rotadores mediales son el subescapular, el pectoral mayor, bíceps y el redondo mayor (Rouvieré y Delmas, 2005).

6.6.1. Ley de Wolff

La ley de Wolff se puede entender como un principio biomecánico, que describe la capacidad innata del tejido óseo de adaptarse y modificar su estructura en respuesta a su entorno mecánico (Stock, 2018). En este sentido, "La forma y estructura de los huesos en crecimiento y de los adultos, depende del estrés y la tensión –esfuerzos– a los que están sometidos" (Wolff, 1982, como se citó en Magi, 2019).

La modificación estructural del hueso se traduce en la adaptación para una nueva función (Del Campo, 2010). Actualmente esta ley es entendida como el

principio de la adaptación ósea funcional, y lo que Wolff llamaba transformación ósea, es la actual remodelación ósea (Stock, 2018).

Este principio biomecánico —la ley de Wolff — se manifiesta a través de la remodelación ósea, proceso por el cual el tejido óseo se renueva debido a estimulaciones funcionales (Rowe, Koller & Sharma, 2023). A partir de lo propuesto por Wolff, Prost (1987 como se citó en Stock, 2018) posteriormente describió como ocurre la respuesta ósea ante las estimulaciones funcionales: el osteocito, actúa como sensor mecánico, detectando deformaciones y transmitiendo las señales a los osteoclastos y osteoblastos para iniciar o inhibir la remodelación respectivamente.

Stock (2018), explica que el tejido óseo se caracteriza por ser dinámico, puesto que se modela y remodela durante el crecimiento y a lo largo de toda la vida de un individuo. En otras palabras, durante el crecimiento se genera hueso nuevo que no había estado en la zona, mientras que en la adultez se renueva tejido óseo fatigado o dañado (Del Campo, 2010).

Por último, en relación con lo descrito anteriormente, la carga mecánica es clave en el tipo de estructura que adquiere el hueso, los cuales a mayor estimulación mecánica -relacionado a actividades de carga o alta demanda- mayor es la deposición de tejido óseo, aumentando la rigidez y competencia mecánica (Stock, 2018). Mientras que más bajos estímulos mecánicos -relacionado a reposo prolongado- se produce reabsorción del tejido óseo, lo que a su vez resulta en menor rigidez y robustez (Stock, 2018).

6.7. Torsión humeral

La torsión humeral se define como el ángulo entre los ejes de las superficies articulares proximal y distal del hueso (Arya & Singh, 2015). El grado de torsión se mide utilizando instrumentos como el Torsiómetro (ver Figura 13). Este aparato permite alinear el húmero de modo que el eje de la cabeza humeral

esté en una posición de referencia y luego medir el ángulo de la superficie articular distal (Larson, 1996). El desarrollo de la TH estaría influenciado tanto por factores hereditarios como por factores relacionados con actividades ocupacionales (Dare et al., 2019). La TH aumenta progresivamente desde el nacimiento hasta que se completa la fusión ósea en el cartílago epifisario proximal, alrededor de los 20 años. Este cartílago sería el sitio más probable de torsión (Krahl, 1947).

Las fuerzas musculares juegan un papel esencial en el desarrollo de torsión humeral; específicamente, los músculos rotadores del hombro que actúan en grupos opuestos por encima y por debajo de la placa epifisaria crean estrés torsional a través del cartílago epifisario (Arya & Singh, 2015). Los músculos más potentes podrían asociarse con mayores ángulos de torsión (Krahl, 1947).

La plasticidad ósea permite que el hueso se remodele en respuesta al estrés mecánico desproporcionado y localizado. Esto explica cómo las actividades habituales pueden dejar una impresión o vestigio en la estructura ósea (Dare et al., 2019). Además, la forma corporal (especialmente la forma del tórax) y los niveles generales de actividad también influyen en la variación de la TH (Larson, 2007). Por ejemplo, una mayor profundidad anteroposterior del tórax puede influir en la posición de la escápula y la orientación de la fosa glenoidea, lo que a su vez puede requerir una mayor RH para mantener el eje del codo en un plano coronal (Rhodes & Churchill, 2009).

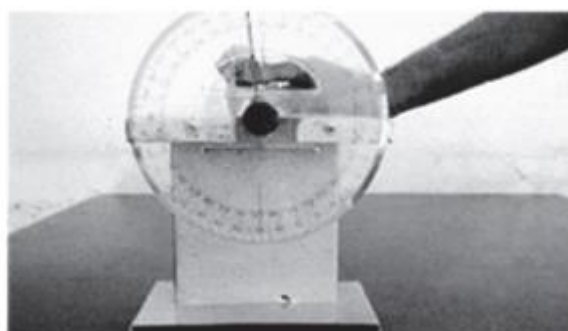


Figura 13. Representación de medición de ángulo de torsión humeral mediante un Torsiómetro (Dare et al., 2019).

6.8. Antropología del cuerpo

Desde una perspectiva de la Antropología del cuerpo, se entiende al cuerpo humano como una interfase singular entre los dominios biológicos y sociales. No es solo una entidad física o fenomenológica, sino también un producto cultural donde convergen aspectos privados y públicos de una sociedad. Esta aproximación holística permite ir más allá de la mera biología para comprender el significado implícito de las actividades pasadas (Andrade et al., 2014).

Cabrera et al. (2001) proponen que la antropología del cuerpo ofrece un enfoque esencial para la reconstrucción de las identidades de personas del pasado, al concebir al cuerpo como el eje central que articula lo biológico, lo cultural y lo individual. Esta disciplina postularía que el ser humano es una unidad bio-cultural, y por ello, la identidad, definida como una construcción de carácter social, cultural y/o biológico, requiere una perspectiva transdisciplinar que integre las categorías biológicas (como la variabilidad física descrita con herramientas biomédicas) y las categorías culturales (las características del comportamiento e interacciones sociales) para generar representaciones fieles de la realidad de cada sujeto.

El cuerpo mismo es considerado un constituyente identitario y actúa como el substrato donde se asientan los significados creados por las colectividades que definen tanto la identidad como la otredad. El proceso de reconstrucción se apoya en el estudio de la individualidad del sujeto a través de la fragmentación de sus características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, utilizando técnicas antropométricas para aprehender y medir los atributos somáticos, los cuales son cruciales para entender cómo la variabilidad física fue socialmente interpretada en el pasado (Cabrera et al., 2001).

La aplicación de la reconstrucción de la identidad en la bioarqueología se fundamenta en la capacidad de la disciplina para integrar el cuerpo —entendido como el eje articulador de lo biológico, cultural e individual— en su contexto social e histórico, superando la mera descripción biológica. Este enfoque permite analizar las trayectorias de diferenciación social y la construcción de la identidad colectiva o individualizada en las poblaciones prehispánicas a través de la materialidad y las prácticas rituales (Sanhueza et al., 2020). El componente material de la reconstrucción de las identidades del pasado debe ser complementado con el análisis comportamental de los individuos en conjunto con el estudio de los componentes biológicos de los individuos, cuyo objetivo en el caso de la disciplina de la bioarqueología son los restos óseos y los vestigios del pasado impresos en éstos (Cabrera et al., 2001).

La relación entre la morfología esquelética y el comportamiento ha sido ampliamente establecida, haciendo que la investigación de la asimetría bilateral ósea sea un área de investigación atractiva e importante (Dare et al., 2019). Las variaciones en el tamaño y la forma de los lados izquierdo y derecho del cuerpo (asimetría intraindividual) pueden ser indicadores útiles para científicos médicos, arqueólogos, antropólogos y expertos forenses. De hecho, la asimetría ósea se considera el resultado principal de un estrés mecánico desproporcionado que influye en la plasticidad ósea. La presencia de patologías articulares degenerativas y marcadores de estrés ocupacional en restos óseos son ejemplos directos de cómo el cuerpo refleja las actividades habituales y las demandas físicas de una población (Dare et al., 2019).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Metodología de investigación

La investigación se enmarca en un enfoque mixto, específicamente bajo un diseño secuencial explicativo. En una primera etapa, se desarrollará un análisis cuantitativo basado en la medición de la retroversión humeral en las muestras osteológicas y su comparación estadística entre poblaciones. En una segunda etapa, los resultados serán interpretados desde una perspectiva cualitativa, con el fin de discutir su posible relación con los patrones de uso del miembro superior en sus diferentes contextos y modos de vida. Este diseño permite integrar la cuantificación de la variabilidad osteológica con su interpretación funcional, proporcionando una comprensión más completa del fenómeno en estudio (Hernández-Sampieri, 2018).

7.2. Material y selección de muestra

Para llevar a cabo el análisis comparativo de RH, se utilizaron húmeros pertenecientes a colecciones bioantropológicas conservadas en la Universidad de Concepción (UdeC) y en la Universidad de Chile (UCh). En cuanto a los criterios de selección para la muestra, se incluyeron únicamente húmeros correspondientes a individuos adultos. Esta decisión se fundamenta en antecedentes previamente expuestos, los cuales indican que durante el crecimiento los ángulos de RH son mayores a comparación de la adultez, debido a que los individuos se encuentran aún en desarrollo.

Asimismo, las piezas óseas debían encontrarse en un buen estado de conservación, manteniendo ambas epífisis y sin presentar procesos avanzados de erosión o fragmentaciones importantes. Esto, debido a que dificultan la correcta identificación de hitos anatómicos necesarios para la observación y aplicación de los métodos empleados para la estimación de sexo y medición de la RH. De esta forma, no se verá comprometida la precisión de la medición y

reproducibilidad de los resultados para la comparación entre inter-observadores y posibles futuras investigaciones.

Por último, se descartaron aquellos números que presentaban posibles evidencias de patologías infecciosas, fracturas o alteraciones óseas que hubiesen alterado significativamente la morfología original de la pieza ósea y, por consecuencia, su comportamiento biomecánico. Este criterio tuvo como objetivo asegurar que las posibles variaciones en los resultados respondieran a probables diferencias funcionales.

7.3. Recopilación y procesamiento de datos

Para la recopilación y procesamiento de los datos se utilizaron tres softwares: Microsoft Excel, JASP y SPSS. En el caso de Excel, mediante el uso de una hoja de cálculo se construyó la base de datos para esta investigación, considerando las categorías de sexo, lateralidad, zona geográfica, sitio arqueológico, código de muestra y ángulo de RH, siendo esta última la única variable dependiente (ver Anexo 3 y 4). De esta forma, a partir de las muestras analizadas, se pudo recopilar y organizar la información obtenida.

Posteriormente la base de datos fue trasladada para ser procesada en el software estadístico JASP, donde se calcularon las medidas de tendencia central y algunas pruebas estadísticas no paramétricas, en este caso se utilizó la prueba U de Mann Whitney, necesaria para la comparación y evaluación de diferencias entre los grupos analizados. Por otro lado, el software SPSS fue utilizado para hacer gráficos de barras simples.

7.4. Información sitios arqueológicos

Para la realización del estudio, se consideraron los números pertenecientes a las colecciones provenientes de los principales sitios analizados a lo largo de dos grandes territorios geográficos: La zona Norte (Costa de

Antofagasta) y la zona Austral. Con el fin de comparar los resultados del análisis en base a la información bibliográfica histórica existente entre ambos territorios, en relación con el modo de vida cazador-recolector.

Para cada una de estas zonas, se entregarán las coordenadas UTM de ubicación de los sitios arqueológicos de donde se extrajeron muestras – cuando sea posible – las cuales fueron localizadas utilizando el datum WGS84. Para la estimación de fechados radiocarbónicos de los sitios, se recopiló información bibliográfica relacionada a los análisis arqueológicos y osteológicos de éstos, con el fin de poder obtener una datación aproximada de las muestras o de su procedencia.

7.4.1. Zona Norte-Costa de Antofagasta

Para esta zona se cuenta en la bibliografía con un total de 17 muestras provenientes de los sitios Agua Dulce/ San Lorenzo 3, Alero Bandurrias, Caleta Buena, Caleta El Fierro 1, Caleta El Fierro 3, Caleta El Fierro 5, Caleta El Fierro 6, Copaca 1, Punta Loreto, Punta Salitre J4 y San Lorenzo 3. (Andrade, 2016, 2019).

El sector Caleta El Fierro (Coordenada UTM: 19K 369307 E – 7495269 E [Andrade, 2019]) se encuentra ubicado a unos 11 km al sur de Cobija. Estudios realizados en el marco del proyecto FONDECYT 1100951 establecieron la presencia de varios sitios con evidencia ocupacional principalmente correspondiente al Periodo Tardío (García-Albarido y Castro 2014; Varas 2014 en Andrade, 2019). En este sector se encontró un total de seis muestras correspondientes a 6 individuos adultos. En el extremo sur de este sector se descubrió un cementerio de cerca de un centenar de túmulos denominado como Caleta El Fierro 4b (Coordenada UTM: 19 K 368690 E- 7495018 [Andrade, 2019]), el cual se encuentra ampliamente saqueado. En uno de estos túmulos se realizó una limpieza y recolección superficial de materiales óseos humanos. De

estos, se seleccionó un hueso largo de individuo adulto, para la realización de isótopos estables y fechados. Este último entregó una data de 2.300 ± 20 a.p

El sitio Copaca 1 (Coordenada UTM: 19S 372990 E – 7529761 N [Andrade et al., 2016]) se encuentra emplazado a cielo abierto a 22 msm adyacente al borde litoral actual a una distancia de 100 m del mar. Corresponde a un extenso conchal de 5.000 m² con una densidad estratigráfica de 2,5 m de profundidad, y corresponde a una secuencia de al menos ocho eventos ocupacionales del Holoceno Medio, en los cuales se habitó el sitio como un asentamiento multifuncional. Se recuperaron osamentas correspondientes a tres individuos, de las cuales se realizó el fechado radiocarbónico correspondiente para cada uno (ver Anexo 1). En este sitio se encontró un total de cuatro muestras correspondientes a dos individuos adultos, registrados como Individuos 1 y 2 respectivamente (Andrade et al, 2016).

La información más aproximada del sitio Alero Bandurrias (Coordenada (aprox.) UTM: 19S 355313 E – 7211912 N) se encuentra en el estudio propuesto por Salazar y colaboradores (2015), en el cual se proporciona información acerca del sitio conocido como “Alero Bandurrias 2”, el cual se localiza en la región de la Quebrada Bandurrias. El alero, en sí mismo, es una estructura natural rocosa utilizada por las poblaciones arcaicas. El uso de quebradas asociadas a la Cordillera de la Costa fue aparentemente crucial para el sistema de movilidad, ya que sirven como vías para las prospecciones dirigidas hacia la pampa desértica aledaña. Se evidencian depósitos de conchales y algunas especies de peces, sugiriendo una posible subsistencia a base de la explotación de recursos marinos y costeros. En este sitio se encontró un total de dos muestras, correspondientes a un individuo adulto. La estimación del fechado radiocarbónico se realizó mediante el análisis de un hueso largo, entregando una data de 1600 ± 40 a.p. (Salazar et al., 2015)

El sitio San Lorenzo 3 (Coordenada UTM: 19J 355149 E – 72055179 N [Andrade et al. 2014]) se ubica en el sector conocido localmente como Agua Dulce, a unos 15 km al norte de Taltal. Corresponde a un pequeño alero rocoso de unos 50 cm de alto. En este sitio se encontró un total de una muestra correspondiente a un húmero de un individuo adulto, la cual cumplía con las condiciones (hueso completo) para su consideración en el estudio de retroversión. Para la determinación del fechado radiocarbónico del sitio se analizó una muestra ósea humana, la cual entregó una data de 2550 ± 25 a.p. (Andrade, 2019).

Cercano al sitio San Lorenzo 3 se encuentra el sitio Agua Dulce (Coordenada UTM: 19J 355093 E – 7205019 [Olguín 2011]), el cual corresponde a un extenso conchal que ha sido fechado en momentos del Holoceno Medio (Olguín et al. 2014). En las cercanías de este sitio, se registraron varios aleros y reparos rocosos con ocupaciones del periodo Formativo. En este sitio se encontró un total de una muestra, correspondiente a un individuo adulto. Para la estimación del fechado radiocarbónico, se consideró una muestra de concha, la cual entregó una data de 5630 ± 30 a.p. (Salazar et al., 2015).

El sitio Caleta Buena cuenta con escasa información arqueológica oficial, o al menos no fue posible recopilar más información acerca de los entierros o de las características eco-ambientales del lugar. Pese a esto, podemos mencionar su proximidad geográfica con el sitio “Plaza de Indios”, ubicándose al norte del sitio mencionado. Su coordenada UTM aproximada es: 19S 346888 E – 7186537 N. En este sector se encontró un total de una muestra perteneciente a un individuo adulto. Para el fechado radiocarbónico, se indica según Andrade et al. (2014) una data de ca. 1.500 a.p., correspondiente al período Alfarero temprano.

Para el sitio conocido como Punta Loreto, se obtiene escasa información acerca del trabajo arqueológico realizado. No obstante, existe información acerca del sitio conocido como Loreto, el cual es descrito por Berenguer (2009) como un

alero rocoso y antiguo asentamiento en la costa de Taltal, cuyas pictografías de fauna marina pertenecerían al mismo estilo que El Médano, lugar retratado como una remota quebrada de la costa del norte de Chile que contiene más de un millar de imágenes marinas y terrestres, incluyendo escenas de pesca y caza colectiva desde embarcaciones y caza de guanacos con flechas. Es posible establecer relaciones entre la ubicación de ambos sitios debido a la evidencia arqueológica que ofrece el trabajo pictográfico del lugar, por lo que se puede concluir que el sitio arqueológico Punta Loreto estaría geográficamente cercano a los trabajos pictográficos analizados en Loreto. De este modo, se estima que su ubicación UTM aproximada es: 19J 343646 E – 7257105 S (Andrade, 2019). Para este sitio se encontró un total de una muestra, correspondiente a un húmero de individuo adulto. Su fechado según Andrade y colaboradores (2014) estaría estimado en el período Alfarero Tardío (ca. 900 a.p.) (Berenguer, 2009).

Punta Salitre J4 no contaría con más información arqueológica más allá de lo proporcionado por el análisis patológico de los individuos encontrados en este sitio realizado por Andrade y colaboradores (2014). Pese a esto, se puede estimar una localización aproximada en relación con el sitio conocido como Salitre, el cual estaría ubicado a unos 5.9 km al Sur de Paposo. Con esta información, se ubica el sitio en coordenadas UTM aproximadas: 19J 350403 E – 7227926 S (Andrade, 2019). Para este sitio se encontró un total de una muestra correspondiente a un húmero de individuo adulto. No se obtiene más información acerca del fechado radiocarbónico del sitio.

7.4.2. Zona Austral

Con relación a los contextos arqueológicos de las colecciones asociadas a individuos Chonos de la zona austral, solo la colección de la UdeC posee un sitio con su nombre e informe arqueológico disponible, correspondiente a GGAL-02 (Repollal Caverna). Mientras que la colección de la UCh no conserva el registro específico de los sitios, disponiéndose únicamente de información

contextual —recopilada a partir de investigaciones que utilizaron esta colección —y de las unidades espaciales asociadas a los restos óseos analizados: Puquitín, Isla Harris y Repollal. Por lo que, para la descripción de los sitios arqueológicos, se consideraron dichas unidades espaciales como referencia.

En el archipiélago de las Guaitecas, cercano a la localidad de Repollal y frente al canal Puquitín, se encuentra el sitio GGAL-02 cuyas coordenadas corresponden a 18G 590171 E -5144372 N. Su intervención y análisis fue dirigido por Andrade (2017), quien describe el sitio como un alero empotrado en un pequeño farellón rocoso, formado por la erosión natural y cubierto por vegetación nativa. Además, este sitio pertenecería a un yacimiento arqueológico conocido en la bibliografía como Repollal Caverna. De las muestras óseas recolectadas en este sitio se utilizaron sólo siete húmeros para la presente investigación.

Lo que respecta a las unidades espaciales Repollal y Puquitín —que son parte de la colección UCh— estas provienen de osarios ubicados en el Archipiélago de las Guaitecas registrados por Ocampo y Aspillaga (1984). En esta prospección se lograron identificar un total de 17 sitios la mayoría dispuestos de forma superficial, entre los cuales se encuentran registrados Repollal Caverna y Puquitin 1 (Reyes, 2017). En los trabajos iniciales de Ocampo y Aspillaga (1984) se realizaron pruebas radiocarbónicas que entregaron fechas entre 2430 ± 80 AP y 410 ± 70 AP. Posteriormente, Reyes (2017) realiza nuevos fechados radiocarbónicos sobre muestras de individuos pertenecientes a estos sitios, arrojando una datación entre 730 ± 25 y 1050 ± 30 años cal. AP respectivamente, ubicándolos en el período Holoceno Tardío (ver Anexo 2). A partir de estos antecedentes, se establece que dichas fechas son representativas para el sitio GGAL-02.

En cuanto a la unidad espacial Isla Harris —perteneciente de igual manera a la Colección UCh— Reyes (2017), señala que en la década de 1990' se realiza una nueva prospección en el Archipiélago de los Chonos, incorporando nuevos

sitios, registrándose entre estos Isla Harris el cual es descrito de igual forma como un osario superficial. En relación con la datación radiocarbónica, Reyes (2017) tomó muestras de un individuo perteneciente a este sitio obteniendo en Isla Harris entre 607 años cal. AP (ver Anexo 2).

Es necesario señalar que, si bien el sitio y las unidades espaciales mencionadas se sitúan dentro del Holoceno Tardío, para efectos de este estudio, se consideraron las dataciones carbónicas asociadas y se las relacionó con dos subperiodos pertenecientes al mismo periodo. De acuerdo con Cassiodoro et al. (2013), estos corresponden al Holoceno Tardío Inicial entre 3000/2500 y 900 años A.P., y el Holoceno Tardío Final posterior a 900 años A.P. Bajo esta consideración, Puquitín puede situarse en el periodo Holoceno Tardío inicial, mientras que GGAL-02, Repollal e Isla Harris en el Holoceno Tardío Final (ver Anexo 2).

Finalmente, de las unidades espaciales la muestra considerada para esta investigación fueron 33 húmeros, 11 de Repollal, 12 de Puquitín y 10 de Isla harris

7.5. Composición total de la muestra

Considerando todas las colecciones bioantropológicas disponibles para ambas zonas geográficas, la cantidad total de piezas óseas analizadas fue de 57 húmeros pertenecientes a individuos adultos, 17 provenientes de la zona norte y 40 de la zona austral.

7.6. Metodologías

7.6.1. Método de Singh & Kumar (2015)

En relación con la instrumentación y materiales necesarios para la aplicación de éste, se utilizó: Torsiómetro; Varilla de metal de 10 cm aprox. (o aguja), Plasticina y Transportador. Para la medición de ángulos de retroversión, el procedimiento de medición es el siguiente:

1. Extremo proximal (superior) del húmero: Se fija una varilla de acero larga (10 cm) con plasticina. Esta aguja se coloca a lo largo de una línea que pasaba por el punto medio entre las inserciones del supraespinoso e infraespinoso (lateralmente) y el punto medio del diámetro máximo de la superficie articular de la cabeza humeral (medialmente) (ver figura 14).
2. Extremo distal (inferior): Se fija otra varilla de metal (10 cm) con plasticina. Ésta se coloca transversalmente sobre la tróclea y los cóndilos de la epífisis distal del húmero (ver figura 14).
3. Medición del ángulo: El ángulo entre las dos agujas fijadas en los extremos proximal y distal del húmero se mide utilizando un torsiómetro y un transportador. Se registran los ángulos obtenidos en una planilla de Excel (ver figura 14).

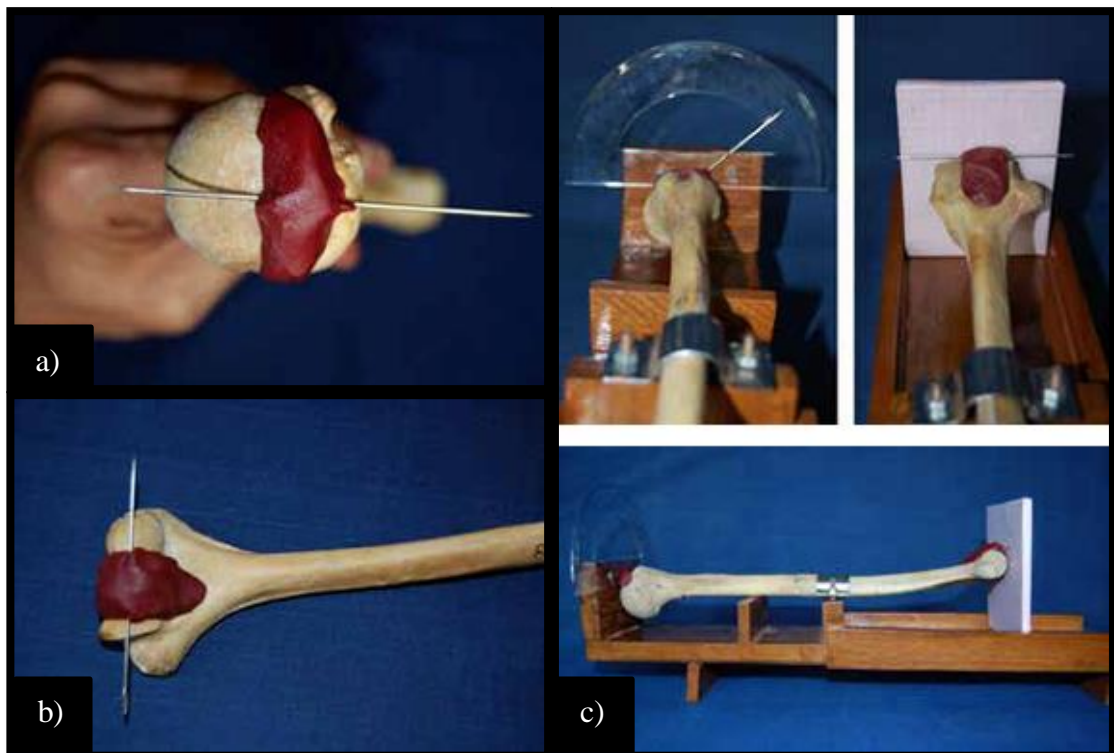


Figura 14. Método medición Retroversión y Torsión Humeral. Nota. a) Varilla ubicada sobre la línea de referencia de la cabeza humeral en el extremo proximal

del hueso; b) varilla ubicada sobre la línea de referencia en el extremo distal del húmero; c) Medición del ángulo de retroversión/ torsión humeral (Singh & Kumar, 2015, pp. 23-24).

7.6.2. Método de Rogers (1999) para estimación de sexo

Método de estimación de sexo específico para, se utiliza epífisis distal del Húmero, específicamente zona posterior. Se utilizan cuatro criterios de observación: a) Constricción troclear; b) simetría troclear; c) forma de la fosa olecraneana y) ángulo del epicóndilo medial (ver Tabla 1). Cada uno posee diferentes porcentajes de eficacia, no obstante, recomiendan usarlos en conjuntos para tener mayor seguridad del resultado. En caso de que algún rasgo no se encontrase presente, se utilizó el resto de los criterios, y si estos tenían resultados contrarios—por ejemplo, uno masculino y otro femenino—, se optó por considerar el rasgo con mayor porcentaje de asertividad.

Tabla 1. *Dimorfismo en la epífisis distal del húmero indicando determinación de sexo* (adaptado y traducido de Falys, Schutkowski & Weston, 2005, p.2).

Característica morfológica	Apariencia y sexo
Constricción troclear	♂ = Menos constreñido ♀ = Forma de carrete (bobina)
Simetría troclear	♂ = Asimétrico ♀ = Simétrico
Forma de fosa olecraneana	♂ = Triangular poco profunda ♀ = Ovalada profunda
Ángulo del epicóndilo medial	♂ = Plano o levemente elevado ♀ = Distintivamente elevado

Según lo propuesto por Rogers (1999), al considerar la constricción troclear, una tróclea menos constreñida correspondería a un rasgo masculino, por otro lado, una tróclea constreñida en forma de “reloj de arena” correspondería a un rasgo femenino. Asimismo, para la simetría troclear, una tróclea asimétrica indicaría un rasgo masculino, mientras que una tróclea simétrica sería indicativa de un rasgo femenino.

En cuanto a la forma de la fosa olecraneana, se debe considerar su morfología, la cual puede estar asemejada a un triángulo poco profundo —rasgo masculino— o a un óvalo profundo, lo que indicaría una posible estimación de sexo femenino. El último rasgo por considerar es el ángulo del epicóndilo medial; éste se puede observar plano o ligeramente elevado, indicando un rasgo de sexo masculino, como también se puede presentar con una elevación notoria y distintiva, relacionándose principalmente con individuos de sexo femenino.

Los rasgos mencionados se obtendrían mediante la observación e interpretación de éstos para su comparación con imágenes de referencia (ver Anexos 5, 6 y 7)

VIII. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos luego del análisis morfológico cuantitativo de la RH en restos óseos pertenecientes a poblaciones cazadoras-recolectoras costeras de la Costa de Antofagasta (zona Norte) y de los Archipiélagos de los Chonos y las Guaitecas (zona Sur-Austral). Es importante considerar que los resultados son expuestos en valores numéricos y las respectivas comparaciones inter e intra-poblacionales se realizaron en base a estos mismos valores.

El análisis fue a partir de un total de 57 húmeros provenientes de diversos sitios arqueológicos de la Zona Norte y la Zona Austral del país, las cuales cumplieron con los criterios necesarios para su inclusión. La muestra total no presenta una distribución equilibrada entre la cantidad de húmeros por cada zona, siendo la Zona Norte la que contaría con un menor número de muestras, correspondiente a 17 piezas óseas, mientras que la Zona Austral ofreció un total de 40 (Ver Anexos 1 y 2).

Previo al análisis metodológico, se realizó una estimación de lateralidad de cada húmero mediante la intra-observación para cada hueso, entregando un total de 24 húmeros izquierdos y 33 húmeros derechos correspondientes a ambas zonas (ver Figura 15). Estos corresponden a 12 húmeros derechos y 5 izquierdos de la zona norte, y 21 derechos y 19 izquierdos de la zona austral.

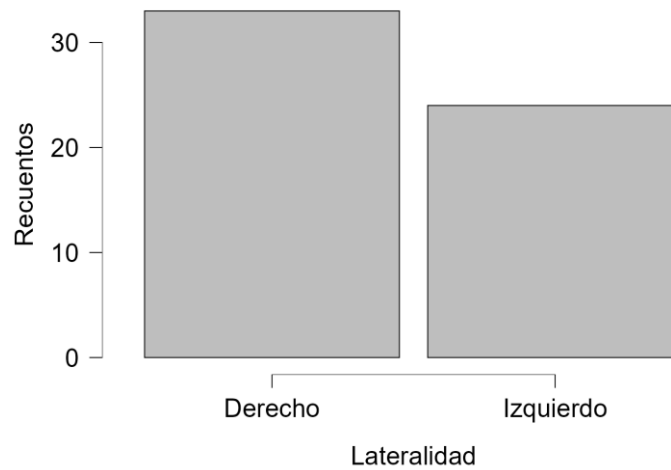


Figura 15. Distribución de cantidad de húmeros por lateralidad.

8.1. Ángulos de retroversión humeral

En base a la metodología aplicada de Singh & Kumar (2015), se obtuvieron los ángulos de retroversión para cada zona geográfica, a partir de los cuales se calcularon sus respectivas medidas de tendencia central. En la Zona Norte, la media y mediana de los ángulos de RH fue de 35,8° y 32°, respectivamente. Para la Zona Austral la media fue de 23,7° y la mediana de 22,5°. En cuanto a la moda, para la Zona Norte correspondió a 28°, mientras que para la Zona Austral se observó una distribución bimodal, repitiéndose con mayor frecuencia valores de 20° y 22° (ver Figura 16).

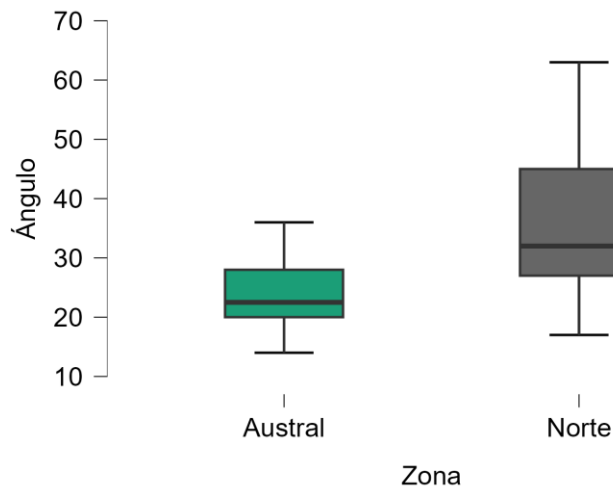


Figura 16. Distribución de ángulos de RH por zona geográfica. *Nota.* línea negra ubicada en medio de las cajas indican la mediana

Asimismo, la Zona Norte mostró una mayor variabilidad en los ángulos desde los 17° y 63°, concentrándose la primera mayoría de sus muestras entre los 20° y 30° —cinco húmeros—, seguido por una concentración entre los 40° y 50° —cuatro húmeros— (ver Figura 17).

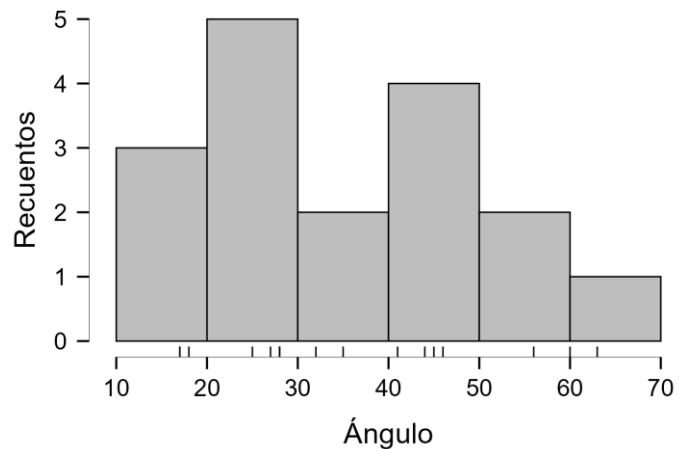


Figura 17. Distribución de ángulos por intervalos en la zona norte.

Con relación a la variabilidad, se realizó la prueba de Mann-Whitney para comprobar la hipótesis la cual indicaría una distribución distinta de los datos según zona. Esta arrojó un valor de $p = 0,002$, siendo este valor menor a 0,05,

comprobando así que los ángulos de RH poseen una distribución estadísticamente significativa.

En contraste, para la zona austral se registraron ángulos entre los 14° y 34°, donde la concentración de estos valores se mantuvo entre 20° y 25°—con 13 húmeros—, seguido por una concentración entre 15° y 20°—con 11 húmeros— (ver figura 18). La mayoría de la expresión de RH se encontraba bajo los 25° para esta zona.

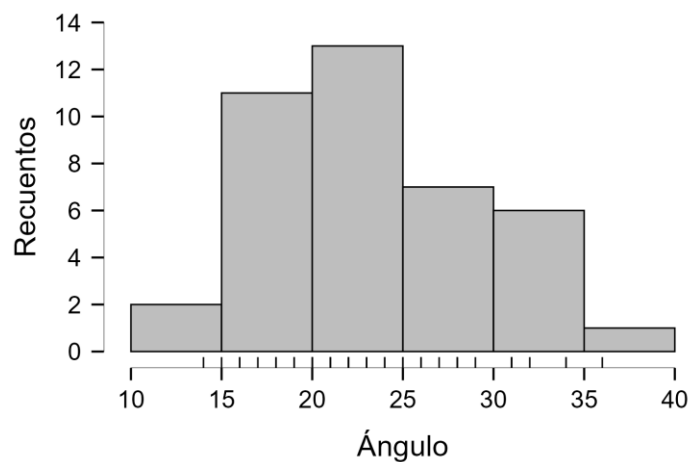


Figura 18. Distribución de ángulos por intervalos en la zona austral.

8.2. Ángulo de retroversión humeral según lateralidad

Para esta comparación de variables se calcularon las medidas de tendencia central de los ángulos considerando su lateralidad. Para la zona norte, en los húmeros derechos la moda fue de 28°, la media 33,08° y la mediana 30°. A diferencia de los húmeros izquierdos, los valores no presentaron moda, su media fue de 42° y la mediana 41°. Al realizar la prueba U de Mann Whitney, se obtuvo un valor de $p = 0,369 > 0,05$, probando así que los datos de los ángulos de RH estarían agrupados de forma similar (ver Figura 19).

De igual manera para la zona austral, se calcularon las medidas de tendencia central; en los húmeros derechos, arrojó una trimodal de 21°, 28° y 31°, una media de 26,19° y la mediana de 26°. Para los húmeros izquierdos, la moda fue de 20°, la media de 20,95° y la mediana de 20°. Al realizar la prueba U de Mann Whitney, se obtuvo un valor de $p = 0,002 < 0,05$, afirmando de esta manera que los datos de los ángulos de RH estarían agrupados diferencialmente (ver Figura 19).

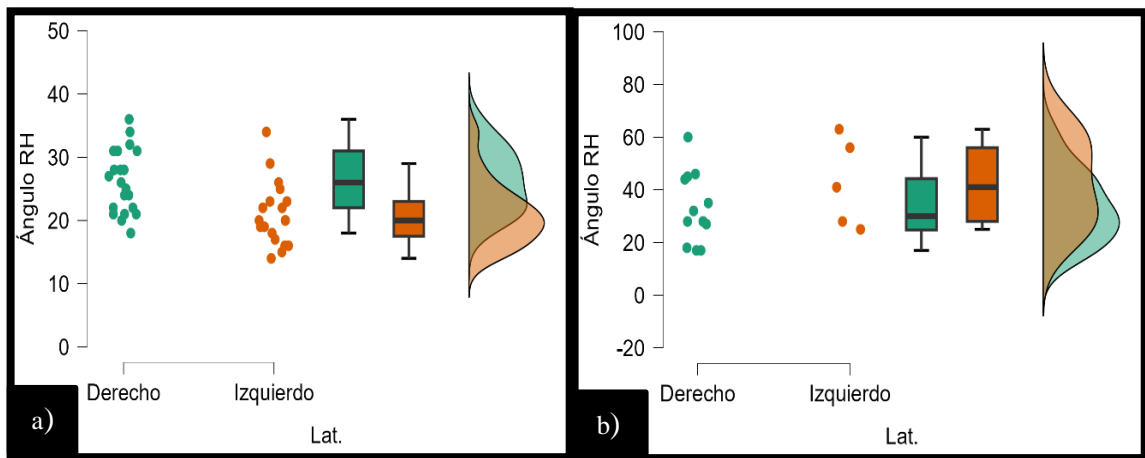


Figura 19. Distribución de los ángulos de RH según lateralidad para las zonas Norte y Austral mediante gráfico de tipo nube con lluvia. *Nota.* a) Zona Norte; b) Zona Austral.

8.3. Distribución de ángulos de retroversión humeral por secuencia ocupacional

Una vez obtenidos los ángulos de RH en ambas zonas, se realizó una comparación de estos valores considerando los sitios o unidades espaciales, junto con los fechados radiocarbónicos y los períodos cronológicos asociados a cada uno. Esto se realizó por separado para cada zona, con el fin de identificar posibles diferencias inter-zonales. Además, no fue posible la comparación entre períodos de la zona Norte y Austral ya que son diferentes cronologías con contextos históricos divergentes.

En el caso de la zona norte, cronológicamente el periodo Arcaico Medio además de poseer la mayor concentración muestras (N=5), a diferencia de los otros periodos, arrojó mayor concentración de ángulos elevados con una media de 51,8°, seguido por el período Alfarero Temprano con un total de cuatro muestras y una media de 25,7°. Por último, como relevancia el período Intermedio Tardío registró cinco muestras y una media de 27,2° (ver Tabla 2). Se puede observar una clara diferencia angular con respecto a la media entre el período Arcaico Medio y el Alfarero Temprano, con un valor de 26,1° de RH. Del mismo modo, existe una leve diferencia angular respecto a la media entre los períodos Alfarero Temprano e Intermedio Tardío, con un valor de 1,5° (ver Figura 20).

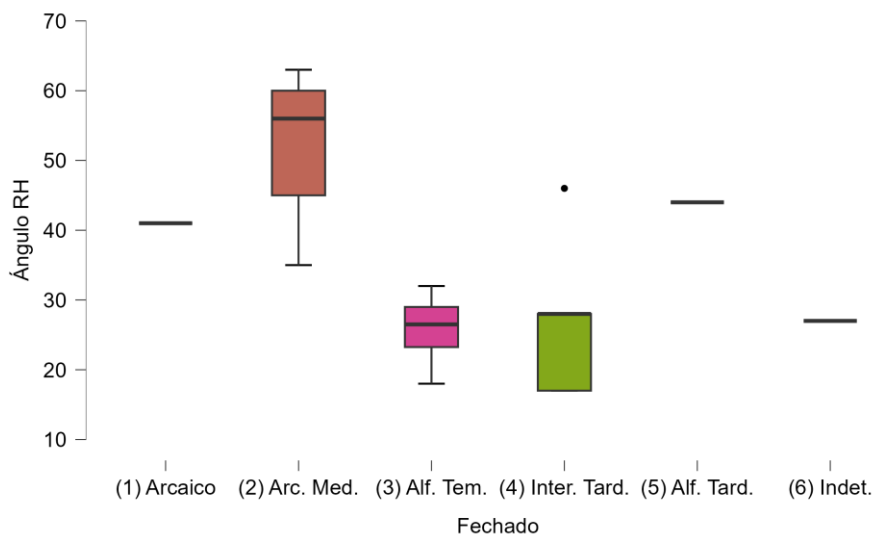


Figura 20. Distribución de ángulos por período en la Costa de Antofagasta.
Nota. Punto negro indica valor atípico de RH en el período Intermedio Tardío.

Tabla 2. Valores de media según periodo y ángulo

Variables	Arc	Arc. Med.	Arlf. Tem.	Int. Tem.	Alf. Tar.	Ind.
Media	41°	51,8°	25,75°	27°	44°	27,2°
Desviación típica	-	11,61°	5,909°	11,86	-	-

En cuanto a la zona sur los resultados para los períodos pertenecientes al Holoceno Tardío arrojaron una media de 19,3° para el periodo Holoceno Tardío Inicial — Puquitín— y de 25,5° para el Holoceno Tardío Inicial —GGAL-02, Repollal e Isla Harris— (ver Figura 21), teniendo una diferencia de 6,2° entre periodos.

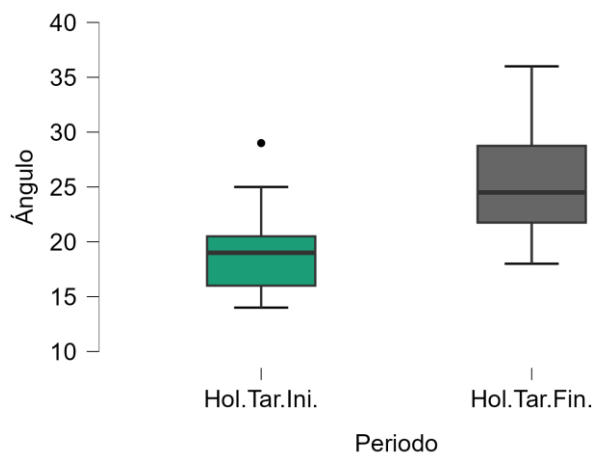


Figura 21. Distribución de ángulos por período Archipiélagos Chonos y Guaitecas. *Nota.* Punto negro indica valor de ángulo de RH atípico.

8.4. Resultados de estimación de sexo

Luego de aplicar la metodología de análisis morfológico para dimorfismo sexual propuesta por Rogers (1999), se estimó el sexo para cada húmero de sus respectivas zonas. Para la Zona Norte se obtuvo un total de seis húmeros femeninos y 11 húmeros masculinos (ver Figura 22). En contraste, para la Zona Sur se obtuvo un total de nueve húmeros femeninos y 31 húmeros masculinos (ver Figura 22).

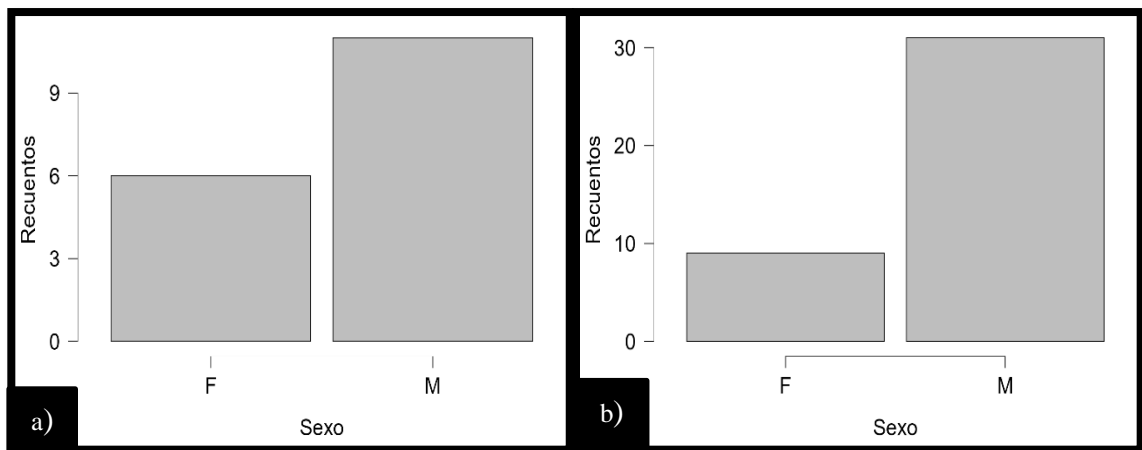


Figura 22. Cantidad de húmeros masculinos y femeninos en las Zonas Norte y Austral. *Nota.* a) Zona Norte y b) Zona Austral.

8.5. Ángulos de retroversión humeral según sexo en las zonas Norte y Austral

En cuanto al cálculo de las medidas de tendencia central, se obtuvo la moda, media y mediana del ángulo de retroversión para cada sexo según zona. En la zona Norte, la moda de húmeros masculinos es de $36,46^\circ$, mientras que la media es de $41,27^\circ$ y la mediana es de 44° .

Para los húmeros femeninos de la zona Norte, la moda es de $26,22^\circ$, mientras que la media es de 26° al igual que la mediana, con 26° . Luego de realizar la prueba U de Mann-Whitney, se obtuvo un valor de $p = 0,027 < 0,05$, comprobando así la hipótesis de una distribución distinta entre los sexos de esta zona (ver Figura 23).

En la zona Austral, para los húmeros masculinos la moda fue de 23°, la media de 23,56° y la mediana de 21°. En los húmeros femeninos se obtuvo una moda de 21°, mientras que la media y mediana fue de 23,74° y 23° respectivamente. Luego de realizar la prueba U de Mann-Whitney, se obtuvo un valor de $p = 0,820 > 0,05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad entre distribuciones, indicando que entre los valores angulares entre individuos masculinos y femeninos no existe una diferencia estadísticamente significativa (ver Figura 23).

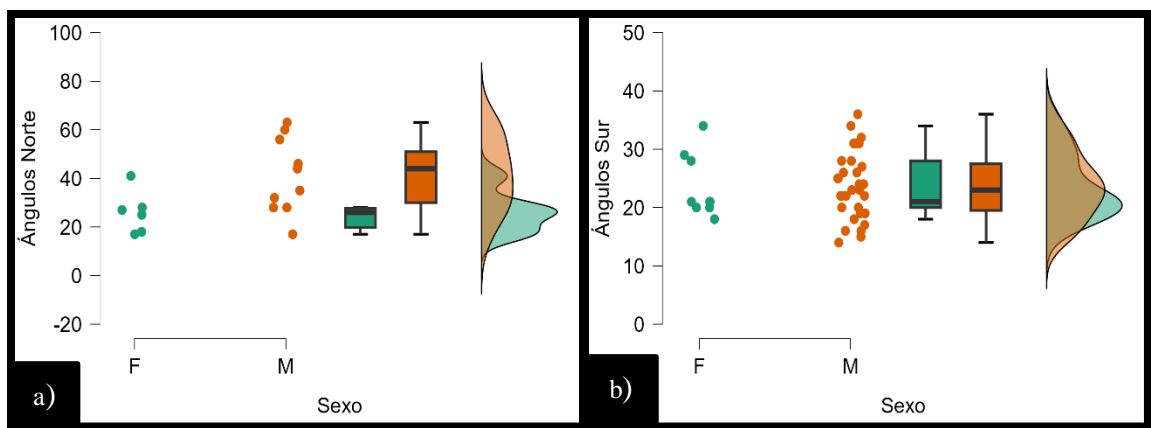


Figura 23. Distribución diferenciada de los ángulos de RH según sexo en las zonas Norte y Austral mediante gráfico de tipo nube con lluvia. Nota. a) Zona Norte; b) Zona Austral

Posteriormente se realizó una comparación entre ambas zonas para visualizar la diferencia entre la media de ángulos de RH correspondientes a húmeros masculinos, observándose una diferencia notable de 17,74° de RH entre la zona Norte y Austral (ver Figura 24).

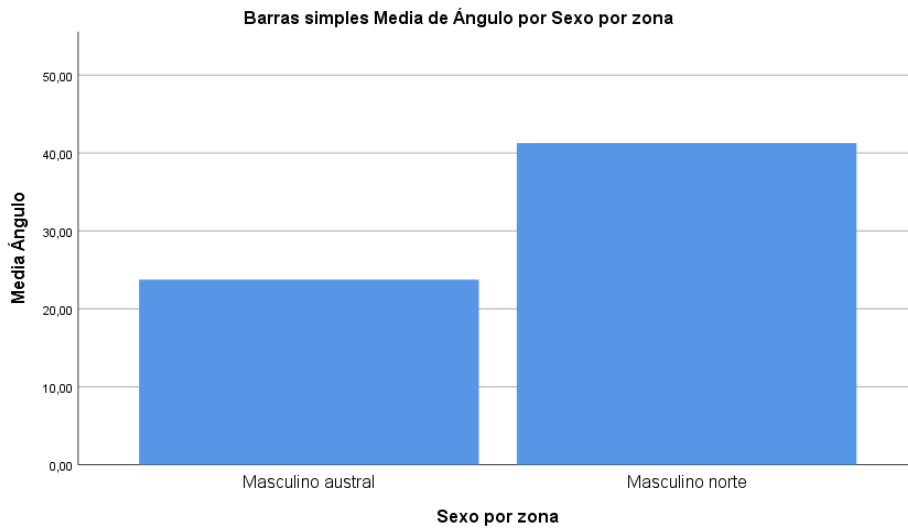


Figura 24. Media de ángulos de RH correspondientes a húmeros masculinos según zona.

En el caso de los húmeros femeninos, la diferencia entre la media de los ángulos de RH entre ambas zonas resultó ser discreta, con un valor de $2,44^\circ$ (ver Figura 25).

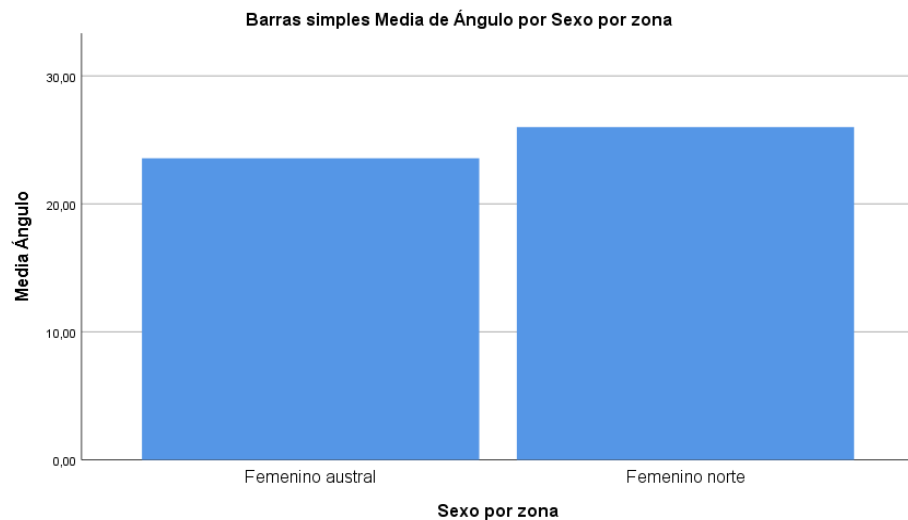


Figura 25. Media de ángulos de RH correspondientes a húmeros femeninos según zona.

8.3. Distribución de ángulos de retroversión humeral por secuencia ocupacional y sexo.

Se realizó una comparación entre los periodos de la zona Norte, en referencia al ángulo de RH y su relación con el sexo de los individuos, observándose una concentración de valores elevados de RH en individuos masculinos del período Arcaico Medio, a diferencia de los individuos femeninos, quienes mostraron una concentración de valores entre los 18 - 28° de RH (ver Figura 26).

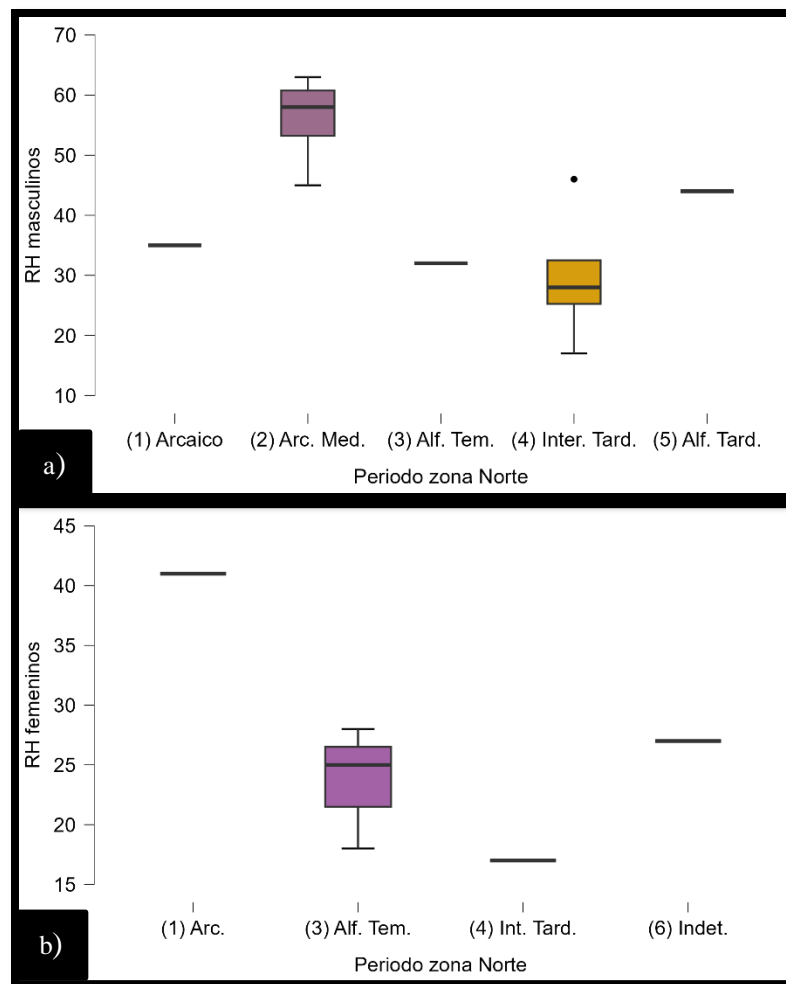


Figura 26. Distribución de ángulos de RH según sexo y período en la zona Norte. *Nota.* a) individuos masculinos y b) individuos femeninos. Punto negro en el gráfico indica valor atípico en el período Intermedio Tardío.

De igual manera se realizó en la Zona Austral, donde se observó un aumento en ambos sexos. En lo que respecta a los individuos masculinos, en el periodo Holoceno Tardío Inicial en su mayoría mantenían sus ángulos de RH entre los 15° y 20°, teniendo un aumento en el periodo Holoceno Tardío Final, ubicándose gran parte de los ángulos °22 y 28°. Al mismo tiempo registraron los ángulos más elevados en este último periodo. Mientras que los individuos femeninos, al igual que los masculinos mostraron un aumento en su ángulo de RH del subperiodo Holoceno Tardío Inicial al Final (ver Figura 27).

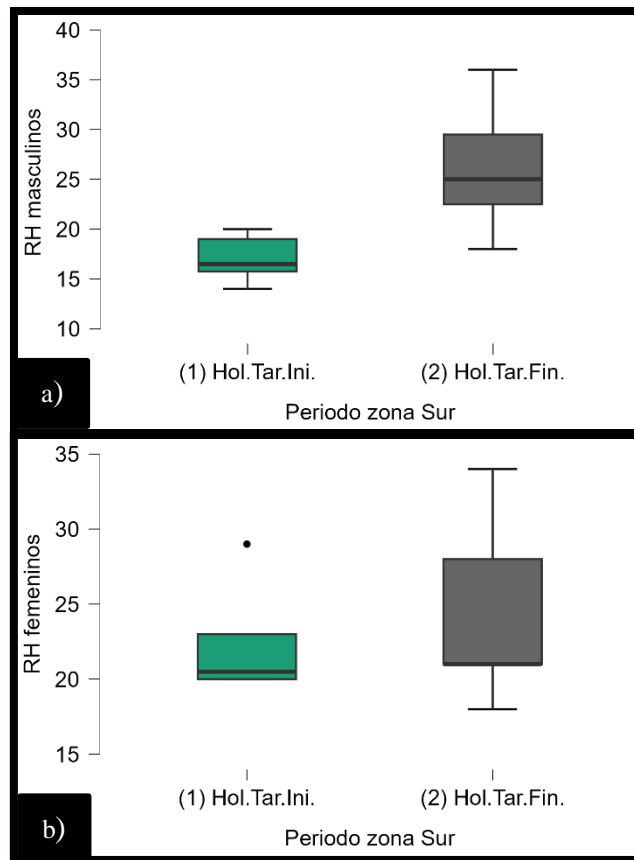


Figura 27. Distribución de ángulos de RH según sexo y período en la zona Austral. *Nota.* a) individuos masculinos y b) individuos femeninos. Punto negro en el gráfico indica valor atípico en el periodo Holoceno Tardío Inicial.

XI. DISCUSIÓN

En base a los datos ofrecidos por los resultados y sus respectivas comparaciones estadísticas, se presenta a continuación las discusiones referentes a la relación entre la expresión cuantitativa de la RH y los antecedentes arqueológicos y etnográficos existentes para las poblaciones de cazadores-recolectores costeros según cada zona analizada. Esto incluye las diferenciaciones intra e inter poblacionales en cuanto al sexo y las actividades realizadas por cada grupo zonal que habitó la secuencia ocupacional de la Costa de Antofagasta y el Archipiélago Chonos y de las Guaitecas.

9.1. Zona Norte

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la Zona Norte presenta una media de retroversión humeral de $35,8^\circ$, con una variabilidad notable que alcanza un valor máximo de 63° . Al desglosar estos datos por períodos históricos en esa zona, se destaca el Arcaico Medio con la media de RH más elevada, con un valor de $51,8^\circ$, seguido por una disminución de la media en el Alfarero Temprano con un valor de $25,7^\circ$ y en el período Intermedio Tardío, siendo $27,2^\circ$. Esta tendencia estadística se puede relacionar con lo planteado por Salazar y colaboradores (2015), quienes identifican el Arcaico III (7.500-5.500 cal. AP) como el momento de mayor especialización en la adaptación marítima y el control de los recursos marinos. La elevada angulación de RH en el Arcaico Medio coincide con la consolidación de la navegación y la caza de grandes especies oceánicas como tiburones, marlines y albacoras (Sanhueza et al., 2020). Estas actividades demandan un estrés mecánico y muscular recurrente en el miembro superior, lo cual a su vez sería consistente con el desarrollo de la RH como una "cicatriz de actividad".

Aunque en periodos posteriores al Arcaico Medio los ángulos de RH tienden a disminuir a una media de $25,7^\circ$ y $27,2^\circ$, lo que concuerda con un cambio hacia un patrón de asentamiento más disperso y móvil (Sanhueza et al, 2020;

Andrade, 2019), la dieta y la tecnología extractiva —como el anzuelo de cobre— persistieron, demostrando que la matriz identitaria de estos grupos permaneció ligada de forma inalterable a la explotación del Pacífico (Salazar et al., 2015).

Con relación a la lateralidad de las muestras, los resultados estadísticos indicaron que los húmeros derechos presentan una media de RH de 33,08°, mientras que los izquierdos alcanzan una media superior de 42°. A pesar de esta diferencia numérica, la prueba estadística U de Mann-Whitney arrojó un valor de $p = 0,369$, lo que indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de los ángulos según lateralidad para esta zona. Al contrastar estos datos con la bibliografía, se observa que esta ausencia de asimetría significativa —aunque con valores absolutos elevados en ambas extremidades— tiene relación con la combinación de la boga o remo intenso —esfuerzo bilateral constante— y el lanzamiento unilateral de proyectiles —arpones y estólicas—, lo que habría generado una carga mecánica considerable en ambos brazos y a la vez, explicaría los valores de las medias de RH superiores a los rangos estándar de humanos modernos, los cuales corresponden a 25-30 grados de RH (Edelson, 2000). Esto explicaría también la similitud estadística entre lateralidades para la zona Norte.

Uno de los hallazgos más significativos con relación al análisis estadístico es la existencia de un dimorfismo sexual marcado en la Costa de Antofagasta, donde los individuos masculinos presentan una media de 41,27° de RH frente a los 26° de los individuos femeninos, con un valor de $p = 0,027$, lo cual confirma una distribución distinta entre sexos. Este dato aporta una nueva perspectiva a la discusión bibliográfica de la Costa de Antofagasta, en específico el estudio realizado en Copaca 1 (Andrade et al. 2016) mostró que la RH estaba visiblemente presente en los húmeros masculinos y ausente en el individuo femenino analizado de ese sitio (desde una perspectiva morfológica, más no cuantitativa), lo que sería congruente con lo inferido por las mediciones realizadas. Los resultados estadísticos indicarían una posible especialización de

tareas en conjunto con una división sexual del trabajo, donde los hombres habrían tenido un rol más marcado en actividades de alta demanda biomecánica, como el lanzamiento de arpones y la boga intensa, documentadas iconográficamente en el estilo del arte rupestre de El Médano, donde se retrata a individuos masculinos realizando maniobras de caza colectiva de cetáceos y albacoras desde balsas, actividades que exigen un lanzamiento unilateral de alta energía y generan el estrés mecánico necesario para aumentar el ángulo de RH (Berenguer, 2009). Desde una perspectiva del análisis osteológico, el estudio realizado por Ponce (2010) reveló una marcada división sexual del trabajo entre los cazadores-recolectores marinos de la costa —cultura Chinchorro—, donde los hombres asumían las tareas de mayor riesgo y exigencia física, como la caza de grandes mamíferos marinos y el buceo en aguas frías para recolectar mariscos, según los resultados reflejados en los marcadores de estrés óseo analizados —entesofitos en hombros y codos, os acromiale y exostosis auditiva externa—.

Sin embargo, autores como Sanhueza y colaboradores (2020) indican que ciertas actividades de alta complejidad y riesgo, como la caza de fauna oceánica con arpones y la navegación, habrían propiciado la acumulación de prestigio y liderazgos informales que, aunque posiblemente asignados a roles masculinos, eran mediados por un fuerte "ethos del compartir" que inhibía la formación de jerarquías permanentes o desigualdades estructurales en el acceso a la subsistencia (Sanhueza et al., 2020).

Otra inferencia interesante resulta del análisis del ángulo de RH según dimorfismo sexual entre periodos. Se pudo observar que los individuos masculinos tuvieron una marcada presencia de RH en el período Arcaico Medio, con valores elevados que van desde los 35° hasta los 63°. También presentaron

presencia de RH durante el período Intermedio Tardío, aunque con valores menos elevados. En contraste, los individuos femeninos presentaron mayor presencia de RH durante el período Alfarero Temprano, pero sus ángulos no se vieron con valores elevados comparables con los masculinos en los periodos de mayor presencia. Esto se podría considerar y complementar con las evidencias revisadas anteriormente acerca de la división sexual del trabajo en la Costa de Antofagasta, aunque es importante considerar que las muestras no fueron representativas para cada período desde la perspectiva del dimorfismo sexual, por lo que es necesario aumentar la muestras en ambos sexos para llevar a cabo inferencias de los períodos con mayor exactitud.

En resumen, los resultados estadísticos convergen con los aspectos documentados acerca del modo de vida prehistórico en la secuencia ocupacional en la Costa de Antofagasta, en específico los datos bibliográficos relacionados a la división sexual del trabajo y a la especialización de tareas, lo que ofrecerían una nueva perspectiva analítica cuantitativa, con la cual es posible realizar inferencias complementarias en base a la información bibliográfica histórica para la reconstrucción del modo de vida cazador-recolector-marino en el norte de Chile.

9.2. Zona Austral

En cuanto a la secuencia ocupacional y su relación con el ángulo de RH, fue posible identificar un leve aumento de $6,2^\circ$ entre los subperiodos Holoceno Tardío Inicial y Holoceno Tardío Final. Este ligero aumento, podría vincularse al crecimiento poblacional durante el Holoceno Tardío.

Reyes (2017) señala que, durante el Holoceno Medio, la ocupación de grupos cazadores recolectores marinos en el Archipiélago de los Chonos era discontinua, de baja intensidad y de carácter exploratorio, con sitios que no volvieron a ser utilizados hasta milenios después. Es en el transcurso del Holoceno Tardío donde la ocupación se hace efectiva y estable, dado al aumento

en la densidad poblacional de los Chonos. Este proceso trajo consigo la dispersión de los grupos a lo largo del archipiélago, ocupando los sitios más lejanos que alguna vez exploraron. De esta forma, se incrementó el flujo de movilidad en los canales, siendo el uso de la canoa indispensable para la circulación entre las islas.

Considerando que este proceso de crecimiento y dispersión territorial fue paulatino y se intensificó durante el periodo, es posible relacionar este pequeño incremento entre subperiodos con un aumento en actividades que implican movimientos repetitivos y estrés físico considerable sobre el miembro superior, como lo es el canotaje. No obstante, es necesario considerar que la escasa diferencia angular también podría relacionarse con la proximidad cronológica entre los subperiodos, en ese sentido es de esperar que la diferencia no sea muy amplia.

De manera más especulativa, otro posible factor influyente en la RH pudo haber sido unas crisis finales del periodo Holoceno tardío, previo al contacto. Aspillaga et al. (2006) registraron muestras de violencia a partir de restos óseos pertenecientes al Holoceno tardío, encontrándose la presencia de fracturas craneofaciales y lesiones en ulnas. Los investigadores plantean que durante ese periodo los Chonos habrían experimentado una crisis asociada a la expansión de poblaciones agricultoras, que habría provocado la disminución de su población y la violencia entre grupos (Aspillaga et al., 2006).

En este contexto fuentes históricas describen a los Chonos como un grupo de guerreros que probablemente además de usar arpones para cazar, utilizaban lanzas y palos (Reyes, 2017; Aspillaga, et al., 2006). Considerando que estas armas arrojadizas implicaban el movimiento de lanzamiento, es posible plantear que, debido a la crisis ocurrida finales del Holoceno Tardío, su uso se hizo más frecuente e intenso, posiblemente contribuyendo al aumento de RH.

Sin embargo, estas interpretaciones deben considerarse con cautela, debido a la falta de representatividad de la muestra, encontrándose concentrada la mayor parte de húmeros para el Holoceno tardío final, lo que limita las inferencias realizadas a partir de estos resultados

En cuanto a la lateralidad, la diferencia entre las medias por lado fue de 5,24, teniendo un ángulo más marcado el lado derecho con 26,19°. Esta diferencia podría indicar el uso bilateral de los miembros superiores, con el predominio del lado derecho. Esto es congruente con el estudio de Zuñiga y Suby (2023) en poblaciones cazadoras recolectoras de la Patagonia austral pertenecientes al Holoceno Tardío, donde mediante el análisis de CE identificaron una marcada asimetría bilateral siendo marcada de igual forma en el miembro derecho. Esto lo atribuyeron a las cargas mecánicas propias de las actividades asociadas a su subsistencia. Si bien en este estudio utilizan marcadores distintos a la RH, los resultados que obtienen sugieren tendencias similares en la simetría. No obstante, los resultados obtenidos en esta investigación deben interpretarse con cautela, debido a que no se analizaron pares de húmeros pertenecientes a los mismos individuos, limitando la evaluación directa de asimetría bilateral.

Por otro lado, en relación con la división sexual del trabajo, los valores medios del ángulo de RH entre individuos masculinos y femeninos no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,820$). Dicho de otro modo, los promedios angulares para ambos sexos fueron muy similares. Esto podría indicar una división sexual del trabajo poco marcada, o bien la participación de individuos masculinos y femeninos en actividades físicamente demandantes. Estos resultados son concordantes con registros etnohistóricos donde describen las actividades realizadas por cada individuo.

Urbina (1988) señala que los individuos masculinos chonos eran los encargados de mantener el fuego, además de realizar actividades de pesca y

caza, mientras que los individuos femeninos —descritas como “indias buzas”— se dedicaban a la recolección de moluscos y el cuidado de los niños. Asimismo, el canotaje, la principal actividad realizada por esta población, frecuentemente era la mujer quien se encargaba de remar, mientras el hombre iba pescando o cazando. En este sentido los resultados podrían servir para complementar estudios en la materia.

Sin embargo, estudios en poblaciones de cazadores recolectores de la zona han mostrado una división sexual del trabajo más marcada, asociada a actividades físicamente demandantes realizadas más por individuos femeninos. Aspillaga y Soto-Heim (2002), por ejemplo, registraron CE asociados al uso del remo con mayor frecuencia en individuos femeninos. De forma similar, Zuñiga (2018), identificó una mayor prevalencia CE en individuos femeninos, lo que se interpretó como una mayor carga de trabajo físico en el miembro superior.

Por último, las diferencias entre las interpretaciones derivadas de los resultados obtenidos en la presente investigación y las reportadas en los estudios mencionados podrían estar sujetas a diferentes factores, como el uso de un marcador distinto, o también posibles variaciones entre los grupos analizados y otros. Asimismo, es importante considerar que las muestras de esta zona poseen una representación desigual, siendo de nueve húmeros femeninos y 31 masculinos, lo que limita la representatividad.

Por otro lado, de forma exploratoria al igual que la Zona Norte, se relacionaron los ángulos de RH y sus respectivos períodos, considerando esta vez el sexo. Se encontró un aumento en el ángulo de RH en ambos sexos, siendo mayor este incremento en los individuos masculinos, quienes pasaron de tener los valores más bajos durante el Holoceno Tardío Inicial, a tener los más elevados para el Holoceno Tardío Final. Esto podría ser congruente con lo comentado anteriormente en la variación entre periodo y ángulo de RH. Durante el Holoceno Tardío la densidad poblacional aumentó, y consigo las actividades asociadas a

la subsistencia marítima — boga y caza— se intensificaron (Reyes, 2017; Reyes, 2019). El aumento de estas actividades físicamente demandantes, la caza de mamíferos marinos y pesca en individuos masculinos y mayor remo en individuos femenino posiblemente influyó en el aumento de RH para ambos sexos.

9.3. Comparaciones inter-zonales

Las comparaciones inter-zonales basadas en los resultados y en la bibliografía existente revelan contrastes profundos en la expresión de la RH, reflejando posibles adaptaciones biomecánicas entre los cazadores-recolectores-marinos de la Zona Norte (Costa de Antofagasta) y la Zona Austral (Archipiélago de los Chonos y Guaitecas). Estadísticamente, se encontró una diferencia notable en la media general de RH, siendo de 35,8° para el norte y de 23,7° para el sur ($p = 0,002$). Esta variación podría interpretarse como un vestigio de actividad que distingue posibles diferencias en los patrones de uso del miembro superior asociados a las estrategias de subsistencia y movilidad desarrolladas por ambos grupos.

En la Zona Norte, los elevados ángulos podrían relacionarse al lanzamiento habitual de proyectiles —arpones y dardos — por encima del hombro, técnica utilizada para la caza de grandes especies oceánicas en altamar (Sanhueza et al, 2020; Salazar et al., 2015). Para estas actividades era necesario el remo intenso en contra de las corrientes del mar abierto, lo que implicaba movimientos repetitivos y de alta intensidad. Es tipo de actividad podría haber generado una mayor exigencia biomecánica sobre el hombro y brazo, contribuyendo así en los elevados valores de RH.

Caso distinto es lo que se pudo observar en la Zona Austral, quienes obtuvieron valores más bajos de lo que se esperaría en poblaciones cazadoras recolectoras. En estudios bioarqueológicos se han registrado ángulos que van de los 31° cercanos a los 50° en promedio (Hubbart, 2021; Inostroza & Muñoz, 2025). A su vez, la media se encuentra por debajo del promedio de RH en

individuos adultos según la bibliografía clínica, consignada entre 25° y 30° (Edelson, 2000).

Posibles interpretaciones ante estos resultados, es que, si bien la práctica de la boga era una de las principales en los grupos Chonos el entorno donde desarrollaba probablemente no requería el mismo esfuerzo biomecánico en comparación con el desplazamiento y caza en mar abierto documentado en las poblaciones de la Zona Norte. Reyes, (2017) señala que los chonos evitaban salir a mar abierto debido al peligro de los fuertes vientos y oleaje, privilegiando rutas de navegación más protegida entre islas y canales (Reyes, 2017; Reyes et al, 2022).

Asimismo, es necesario considerar los múltiples factores que influyen en la expresión de RH, los cuales pueden ser hereditarios, actividad física (mecánicos) y evolutiva, por lo que es un marcador muy variable entre poblaciones (Singh & Kumar, 2015, Dare et al., 2012). Bajo esta perspectiva, el que los ángulos para la zona austral hayan sido menores, no necesariamente implica una menor intensidad en las actividades de subsistencia. La RH es un marcador útil para identificar posibles patrones, pero debiese ser complementado con otros marcadores como entesofitos o paleopatologías, además de una contextualización según la población que se esté analizando, considerando ya sea su modo de vida, comportamiento social, zona, historia, otros.

La lateralidad constituye otro punto de contraste fundamental en cuanto a los modos de vida. En la zona Austral, los resultados estadísticos revelan una asimetría bilateral significativa ($p = 0,002$), con una media de 26,19° de RH en húmeros derechos frente a 20,95° en izquierdos (diferencia angular de 5,24°). Según la bibliografía, esta asimetría en los Chonos se vincula al uso intensivo del remo que, aunque es un esfuerzo bilateral, genera una carga de torsión dominante en el brazo de propulsión durante la navegación por canales sinuosos (Aspillaga et al, 2006, Reyes, 2013, 2015). En cambio, la Zona Norte no presenta

diferencias significativas por lateralidad ($p = 0,369$), lo que sugiere que el estrés mecánico en Antofagasta, aunque elevado, se distribuía de manera más equilibrada entre ambos brazos debido a la combinación de la boga para acceder a alta mar para la caza de especies oceánicas de alta biomasa y el lanzamiento unilateral repetitivo de elementos arrojados, en conjunto con las evidencias relacionadas a las tecnologías de navegación y extracción de recursos marinos (Castro et al., 2016; Salazar et al., 2010, 2015).

Desde una perspectiva biocultural, las condiciones de vida también difieren. Aspillaga y colaboradores (2006) caracterizan a los Chonos como un grupo en "crisis biológica y cultural" al momento del contacto, con altas tasas de enfermedades infecciosas —periostitis y osteomielitis en más del 50%— y lesiones traumáticas. Por el contrario, las poblaciones de la costa de Antofagasta son descritas por Andrade (2014, 2016, 2019) y Salazar et al. (2015, 2020) como comunidades resilientes y conservadoras, que mantuvieron una dieta marina estable (60% de proteína) y una identidad tecnológica ligada al mar durante milenios, a pesar de los contactos con grupos del interior. Mientras en el norte la especialización alcanzó su pico en el Arcaico Medio (RH media de 51,8°), en el sur la adaptación se mantuvo ligada a la movilidad en canoa como eje de subsistencia.

Finalmente, las evidencias acerca del patrón de asentamiento pueden complementar las inferencias en base a estas diferencias zonales. En la costa de Antofagasta, aunque el modo de vida implicó una alta movilidad, se generaron hitos de permanencia como los cementerios de túmulos del periodo Formativo, que actuaron como demarcadores territoriales e identitarios (Ballester & Clarot, 2014; Gallardo, 2017). En la Zona Austral, la ocupación durante el Holoceno Medio se describe como discontinua y de baja intensidad, con campamentos conchales y osarios en cuevas que reflejan un flujo poblacional multidireccional que estuvo condicionado por la compleja geografía de archipiélagos y la dependencia absoluta de las tecnologías de navegación para la obtención de

recursos. A diferencia de lo ocurrido durante el Holoceno Tardío, período en el cual hubo un aumento demográfico poblacional de los Chonos, lo que provocó que grupos familiares se dispersaran a través de la compleja configuración de las islas, trayendo como consecuencia la ocupación de sitios más distantes y a su vez un aumento en la movilidad y flujo en la circulación entre los territorios del archipiélago (Reyes, 2015, 2017).

X.CONCLUSIÓN

En conclusión, se puede afirmar que los objetivos propuestos para esta investigación se cumplieron satisfactoriamente a través del análisis cuantitativo y comparativo de la retroversión humeral. En primer lugar, se cumplió el objetivo de medir los ángulos de RH a lo largo de las secuencias ocupacionales, analizando un total de 57 húmeros adultos. El estudio abarcó desde el Arcaico Medio hasta el Intermedio Tardío en la Costa de Antofagasta, y los subperiodos del Holoceno Tardío en el Archipiélago de los Chonos y las Guaitecas. Esta medición sistemática, realizada mediante el método de Singh & Kumar (2015), proporcionó la base de datos necesaria para las comparaciones estadísticas posteriores.

Respecto al dimorfismo sexual, se logró estimar el sexo correspondiente a cada húmero de la muestra total. A su vez, se pudo establecer una relación clara entre el sexo y el ángulo de retroversión, aunque los resultados variaron según la región. En la Zona Norte se halló una diferencia estadísticamente significativa, con los individuos masculinos presentando ángulos mayores que los individuos femeninos, mientras que en la Zona Austral no hubo diferencias significativas, reflejando promedios cercanos entre ambos sexos. Se logró establecer relaciones entre los ángulos de RH y el sexo de los individuos según período con las posibles diferenciaciones sexuales en las actividades realizadas según la bibliografía arqueológica existente para cada zona, aunque se estimó que es necesario ampliar la muestra de ambos sexos para una mayor representatividad en los períodos. Con esto, se pudo concluir que existió una marcada división sexual del trabajo para la Zona Norte, a comparación de las muestras de la Zona Austral, que mostraron una leve diferenciación entre las actividades realizadas por ambos sexos.

En relación con el tercer objetivo, el cálculo de las medidas de tendencia central permitió confirmar las diferencias entre ambas zonas geográficas. La media de RH en la Zona Norte superó considerablemente a la de la Zona Austral, una asimetría validada por la prueba U de Mann-Whitney. Ésto no sólo permite cuantificar la variabilidad física, sino que también permite identificar que la Zona Norte presenta ángulos superiores a los rangos estándar de humanos modernos, mientras que la Zona Austral se mantiene en valores más cercanos a los registrados en la bibliografía clínica de RH. Se logró realizar diferencias entre el ángulo de RH y la lateralidad de los húmeros, aunque los resultados estadísticos de ésta se pueden ver afectados tanto por la distribución de la muestra como también por la falta de bilateralidad.

En cuanto al cuarto objetivo, al comparar las actividades asociadas, se logró vincular estos datos con los modos de vida según las fuentes. La elevada RH del norte se interpreta como una respuesta al estrés biomecánico que implica el movimiento realizado durante las actividades de caza y recolección en el alta mar. En contraste, los valores del sur reflejan un patrón de estrés posiblemente derivado del remo constante en los canales de los archipiélagos, donde la carga física era compartida equitativamente entre hombres y mujeres, tal como sugiere la paridad en sus ángulos de RH y las fuentes bibliográficas relacionadas al contexto histórico de la zona Austral.

De este modo, el objetivo general se considera alcanzado, ya que se logró determinar cuantitativamente la expresión de RH como también se pudo establecer que este rasgo funciona como una cicatriz de actividad que puede distinguir un modo de vida especializado en la caza oceánica en el Norte de un modo de vida canoero y equitativo sexualmente en la zona Austral.

En cuanto a las futuras proyecciones de este estudio, quedan abiertas posibles líneas de investigación en base al estudio osteológico de los restos óseos, en específico aquellos relacionados con el miembro superior y las

mecánicas de sus movimientos. Si bien el análisis de la RH y su expresión cuantitativa ofrecen una perspectiva fiable para la estimación de los modos de vida, resulta necesario enfocar de igual manera el análisis de otros componentes de la cintura escapular y la articulación glenohumeral para obtener resultados con mayor precisión, en base a las fuentes bibliográficas. Del mismo modo, realizar investigaciones acerca de los artefactos y herramientas utilizadas para la caza y recolección marina, como también el análisis de la osteofauna cazada por estos grupos costeros podrían ofrecer una mirada distinta para la comprensión de sus actividades de subsistencia.

Es importante considerar que estas conclusiones no son severas ni determinantes y que se pueden complementar con futuros estudios que ofrezcan perspectivas desde la arqueología, el ambiente y las dinámicas socioculturales de cada población histórica, para poder ofrecer una aproximación aún más objetiva acerca de los modos de vida históricos en Chile.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Abarca-Labra, V., Herrera-Soto, M.-J., Flores-Alvarado, S., Ulloa-Velásquez, C., Urrutia-Alvarez, C., Falabella-Gellona, F., & Sanhueza-Riquelme, L. (2021). Exploring physical activity in Central Chile during the Early Ceramic Period and Late Intermediate Period (200–1450 CE). *American Journal of Biological Anthropology*, 177(4), 658–668.

<https://doi.org/10.1002/ajpa.24447>

Andrade, P., Salazar, D., Urrea, J. & Castro, V. (2014). Modos de vida de los cazadores-recolectores de la costa arreica del Norte Grande de Chile: Una aproximación bioarqueológica a las poblaciones prehistóricas de Taltal. *Chungará (Arica)*, 46(3), 467-491. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562014000300010>

Andrade, P., Castro, V., & Aldunate, C. (2016). Reconstrucción del modo de vida de individuos del Arcaico de la costa arreica del Norte de Chile: Una aproximación bioarqueológica desde el sitio Copaca 1. *Chungará (Arica)*, 48(1), 73-90.

Andrade, P. (2019). La dieta del periodo formativo en la costa del desierto de Atacama a través del estudio de isótopos estables [Tesis para optar al grado de Doctor en Antropología]. Universidad de Tarapacá y Universidad Católica del Norte. "[Tesis de doctorado no publicada].

Araneda, M., & Andrade, P. (2020). Estudio de caso: conservación y análisis osteobiográfico del material ósea proveniente del sitio Hornos de Cal, costa de Taltal, norte de Chile. 13(3), 179-188. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v13.n3.27745>

- Arriaza, F. (1988). Modelo bioarqueológico para la búsqueda y acercamiento al individuo social. *Chungará*, 21, 9-32. https://www.chungara.cl/Vols/1988/Vol21/Modelo_bioarqueologico_para_la_busqueda.pdf
- Arya, D. S., & Singh, D. K. (2015). A study of angle of human humeral torsion. *IJAR - Indian Journal Of Applied Research*.
- Aspillaga, E., Castro, M., Rodríguez, M., & Ocampo, C. (2006). Paleopatología y estilo de vida: El ejemplo de los Chonos. *Magallania*, 34(1), 77–85.
- Ballester, B. y A. Clarot. (2014). La gente de los túmulos de tierra. Estudio, conservación y difusión de colecciones arqueológicas de la comuna de Mejillones. Gráfica Marmor. Santiago.
- Baker, B. J., & Agarwal, S. C. (2017). Stronger together: Advancing a global bioarchaeology. *Bioarchaeology International*, 1(1–2), 1–18. <https://doi.org/10.5744/bi.2017.1005>
- Baker, B. J., Dupras, T. L., & Tocheri, M. W. (2005). The osteology of infants and children. En Texas A&M University Press eBooks.
- Berenguer, J., Sinclair, C., Cornejo, L., & Escobar, M. (2008). *Pescadores de la niebla. Los changos y sus ancestros* (1.^a ed.). Museo Chileno de Arte Precolombino.
- Berenguer, J. (2009). Las pinturas de El Medaño, Norte de Chile: 25 años después de Mostny y Niemeyer. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 14(2), 57-95. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-68942009000200004>
- Berón, M. & Baffi, E. (2003). Procesos de cambio cultural en los cazadores recolectores de la provincia de La Pampa, Argentina. *Intersecciones en*

<https://www.researchgate.net/publication/262590980> Procesos de cambio cultural en los cazadores recolectores de la provincia de La Pampa Argentina

- Cabrera, R., Del Mar González, M., Goicochea, N., Guerra, P., Huicochea, L., Maqueda, P., Montoya, G., Ramírez, A., Ramírez, L. H., Robles, B., Romero, P., Vergara, J., Pérez, J., & Vera, J. L. (2001). El cuerpo de los antropólogos físicos. *Estudios de Antropología Biológica*, 10(1). <http://www.journals.unam.mx/index.php/eab/article/view/43026>
- Castro, V., Aldunate, C., Varela, V., Olgúin, L., Andrade, P., García-Albarido, F., Rubio, F., Castro, P., Maldonado, A., & Ruz, J. (2016). Ocupaciones arcaicas y probables evidencias de navegación temprana en la costa arreica de Antofagasta, Chile. *Chungará*. <https://doi.org/10.4067/s0717-73562016005000039>
- Capasso, L., Kennedy, K. & Wilczak, C. (1999). Atlas of occupational markers on human remains. Edigrafital (Journal of Paleontology- Monographic Publication 3)
- Cassiodoro, G., Rindel, D., Goñi, R., Re, A., Tessone, A., García, S., Belardi, J., Espinosa, S., Delaunay, A., Dellepiane, J., Flores, J., Guichón, F., Martínez, C. & Pasqualini, S. (2013). Arqueología del Holoceno Medio y Tardío en Patagonia Meridional: Poblamiento humano y fluctuaciones climáticas. *Diálogo andino*, (41), 5-23.
- Contreras, R., Nuñez, P., Llagostera, A., Cruz, J., San Francisco, A., Ballester, B., Rodríguez, O., & Becerra, G. (2011). Un Conglomerado del Período Arcaico Costero Medio del área Taltal Paposo, Norte de Chile. *Revista Taltalia*, 4, 7-31.

- Chant, C. B., Litchfield, R., Griffin, S., & Thain, L. M. (2007). Humeral head retroversion in competitive baseball players and its relationship to glenohumeral rotation range of motion. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 37(9), 514–520. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2449>
- Chenew D (2024). The Interaction between Biology and Culture in Physical Anthropology. *Anthropology*. 12:250.
- Dare, S., Godfrey, M., Okumu, G., Garba, Y., Abba, S., y Okpanachi, A. (2012). Determination of angles of torsion and retroversion of the humerus of male and female skeleton specimens in Uganda. *Asian Journal of Medical Sciences*, 4, 174 178.
- Dare, S., Masilili, G., Mugagga, K., y Ekanem, P. (2019). Evaluation of bilateral asymmetry in the humerus of human skeletal specimen.
- Del Campo, C. (2010). Repercusión de la actividad física sobre la estructura ósea. *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*, 3(3), 18–25.
- Dutour, O. (1986). Entheses (lesions of muscular insertions) as indicators of the activities of Neolithic Saharan populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 71(2), 221–224. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330710210>
- D'Angelo del Campo, M. D., Romero, A., Salega, S., & Guichón, R. A. (2023). Ecogeography-related humerus morphological variation within southern Patagonia hunter-gatherers. *American Journal of Biological Anthropology*, 181(4), 653–665. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24786>
- Edelson G. (1999). Variations in the retroversion of the humeral head. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 8(2), 142–145. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(99\)90007-1](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(99)90007-1)

- Edelson G. (2000). The development of humeral head retroversion. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 9(4), 316–318. <https://doi.org/10.1067/mse.2000.10608>
- Falabella Gellona, F. (2016). Prehistoria en Chile : desde sus primeros habitantes hasta los incas (1a. ed.). Universitaria. <https://archive.org/details/aa.-vv.-prehistoria-en-chile-pcr-2016/mode/2up>
- Gallardo, F. (2017). Monumentos funerarios de la costa del desierto de Atacama. Los cazadores-recolectores marinos y sus intercambios (500 a.C.-700 d.C.). *Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe - HAL - SHS*.
- Giacomo, G., Pouliart, N., Costantini, A. y Vita, A.(2008). *Atlas of Functional Shoulder Anatomy*. Springer Milano. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-0759-8>
- Guyomarc'h, P., Sparacello, V., Samsel, M., Courtaud, P., & Villotte, S. (2019). New Biological Data on a Gravettian Humerus from the Cussac Cave (Dordogne, France). *Bulletins Et Mémoires de la Société D Anthropologie de Paris*, 32(1-2), 24-33. <https://doi.org/10.3166/bmsap-2019-0063>
- Goodman, A.H. (2013), Bringing Culture into Human Biology and Biology Back into Anthropology. *American Anthropologist*, 115: 359-373. <https://doi.org/10.1111/aman.12022>
- Haas, R., Watson, J., Buonasera, T., ... Parker, G. (2020). Female hunters of the early Americas. *Science Advances*, 6(45).
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education. ISBN: 978-1-4562-6096-5

- Hubbart, M. (2021). Investigating humeral retroversion in archaic populations [A Thesis submitted to the Department of Anthropology, Florida State University].
- Inostroza, S. y Muñoz, G.(2025). Manifestación y Prevalencia de la Torsión Humeral en Grupos Costeros de la Región del Biobío: Un Análisis de Cambios Entesiales y Morfología Activacional. [Tesis profesional, Universidad de Concepción]
- Kennedy, K. A. R. (1989). Skeletal markers of occupational stress. En Y. İşcan & K. Kennedy (Eds.), *Reconstruction of life from the skeleton* (pp. 129-160). Liss, Nueva York
- Kock, A. (30 de Septiembre del 2021). Anatomía de hombros. Cuatro grandes articulaciones del hombro. Shutterstock.
<https://www.shutterstock.com/es/image-illustration/shoulder-anatomy-four-major-joints-2050725866>
- Krahl, V. (1947). *The torsion of the humerus: Its localization, cause and duration in man*. University of Maryland.
- Larson, S. (1996). Estimating humeral torsion on incomplete fossil anthropoid humeri. *Journal Of Human Evolution*, 31(3), 239-257.
<https://doi.org/10.1006/jhev.1996.0059>
- Larson, S. G. (2007). Evolutionary Transformation of the Hominin Shoulder. *Evolutionary Anthropology*, 16, 172-187.
<https://doi.org/10.1002/evan.20149>
- Larson, S. G., Jungers, W. L., Morwood, M. J., Sutikna, T., Jatmiko, Saptomo, E. W., Due, R. A., & Djubiantono, T. (2007). Homo floresiensis and the evolution of the hominin shoulder. *Journal Of Human Evolution*, 53(6), 718-731. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2007.06.003>

- Latarjet, M., y Ruíz, A. (2019). *Anatomía Humana* (5ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- López, S., Lagunas, Z. y Serrano, C. (1963). Datos sobre los ángulos de torsión y retroversión en restos prehispánicos del norte de México. *Anales Del Instituto Nacional De Antropología E Historia*, 6(16), 101-121.
- López-Barrales, R., Hubbe, M., Aspillaga, E., Neves, W. A. & Niemeyer, H. M. (2015). Osteofitosis vertebral en poblaciones prehispánicas de San Pedro de Atacama, Norte de Chile. *Estudios atacameños*, (50), 177-194.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432015000100009>
- Magi, G. (2019). Consolidación ósea. Seudoartrosis. En O. Romano, & C. Fernández (Eds), *Lo esencial en Ortopedia y Traumatología* (pp. 220-231). Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de la Plata.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2008). *Anatomía y fisiología humana*. Pearson Educación.
- Méndez, C., Troncoso, A., Jackson, D., & Pavlovic, D. (2009). Movilidad y uso del espacio entre cazadores recolectores tardíos en espacios cordilleranos del Norte Semiárido de Chile. *Intersecciones en antropología*, 10(2), 311-326. Recuperado en 09 de noviembre de 2025, de
- Mendonça, O., Bordach, M. & Arrieta, M. (2012). ARQUEOLOGÍA Y BIOARQUEOLOGÍA: Interacciones y Perspectivas para el Registro fragmentado de una Evidencia Incompleta. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 14(), 23-32.
<https://www.redalyc.org/pdf/3822/382239062003.pdf>
- Muñoz, J. C., & Andisco, D. (2025). Conceptos de biomecánica: con aplicaciones para Ciencias de la Salud y del Deporte [Versión Digital].
<https://www.researchgate.net/publication/390495918>

Músculos del Hombro/ *Dolopedia*. (s. f.).

<https://dolopedia.com/categoria/musculos-del-hombro>

McCausland, C., Sawyer, E., Eovaldi, B. J., & Varacallo, M. A. (2023, 8 agosto). *Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Shoulder Muscles*. StatPearls - NCBI Bookshelf.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK534836/?utm_source=chatgpt.com#article-28998.s15

Ocampo Ercilla, C., & Aspillaga Fontaine, E. (1984). Breves notas sobre una prospección arqueológica en los archipiélagos de las Guaitecas y los Chonos. *Revista Chilena De Antropología*, (4).

<https://revistadeantropologia.uchile.cl/index.php/RCA/article/view/17636>

Oh, J., Kim, W. Cayetano, A. (2017). Measurement Methods for Humeral Retroversion Using Two-Dimensional Computed Tomography Scans: Which Is Most Concordant with the Standard Method? *Clinics In Orthopedic Surgery*, 9(2), 223. <https://doi.org/10.4055/cios.2017.9.2.223>

Olguín, L., Salazar, D. & Jackson, D. (2014). Tempranas Evidencias de Navegación y Caza de especies oceánicas en la costa Pacífica de Sudamérica (Taltal 7000 años cal. a.p.) *Chungara Revista de Antropología Chilena* (46), 177-192.

Quinn, M. (7 de septiembre del 2024). *Estructuras de una articulación sinovial*. TeachMeAnatomy. https://teachmeanatomy-info.translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&tr=es&tr_pto=tc&tr_sl=en&tr_tl=es&tr_tl=es&tr_pto=tc

Reyes, O., Moraga, M., & Aspillaga, E. (2013). El registro bioantropológico y las evidencias de ocupación en el archipiélago de los Chonos (XI Región de Aisén, Chile). En *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia* (pp. 227–232).

- Reyes Báez, O., Moraga, M., Méndez, C., & Cherkinsky, A. (2015). Maritime Hunter Gatherers in the Chonos Archipelago (43°50'–46°50' S), Western Patagonian Channels. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 10(2), 207–231. <https://doi.org/10.1080/15564894.2014.1001920>
- Reyes, O. (2017). *El poblamiento del archipiélago de Los Chonos [43°-47°S]. Patagonia Occidental. Chile*. [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires] Repositorio institucional- FILO Digital Universidad de Buenos Aires <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/9992>
- Reyes, O., Tessone, A., San Román, M., y Méndez, C. (2019). Dieta e isótopos estables de cazadores recolectores marinos en los canales occidentales de Patagonia, Chile. *Latin American Antiquity*, 30(3), 550-568.
- Rhodes, J. A., & Churchill, S. E. (2009). Throwing in the Middle and Upper Paleolithic: inferences from an analysis of humeral retroversion. *Journal Of Human Evolution*, 56(1), 1-10.
- <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.08.022>
- Rodríguez, M., Aspillaga, E. y Arensburg, B. (2007). El estudio bioantropológico de las colecciones esqueléticas del Archipiélago de Chiloé: Perspectivas y limitaciones. *Arqueología de Fuego-Patagonia*. pp. 269-278. Ediciones CEQUA. Punta Arenas, Chile.
- https://www.academia.edu/26243482/EL_ESTUDIO_BIOANTROPOLÓGICO_DE_LAS_COLECCIONES_ESQUELETALES_DEL_ARCHIPIÉLAGO_DE_CHILOÉ_PERSPECTIVAS_Y_LIMITACIONES
- Roach, N. T., Lieberman, D. E., Gill, T. J., Palmer, W. E., & Gill, T. J. (2012). The effect of humeral torsion on rotational range of motion in the shoulder and throwing performance. *Journal of anatomy*, 220(3), 293–301. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2011.01464.x>

- Romano, V., & Serna, A. (2020). Cambios entesiales en una muestra bioarqueológica del noreste de Patagonia: Primeros resultados de una comparación metodológica [Enteseal changes in a bioarchaeological sample from the northeast of Patagonia: First results of a methodological comparison]. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 22(1), 1–11. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/3822/382261674004/html/>
- Rojas-Sepúlveda, C. M., & Dutour, O. (2014). Enfermedad articular degenerativa y cambios entesiales en seis colecciones óseas prehispánicas del noroccidente de América del Sur. *Chungará (Arica)*, 46(1), 149–164. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562014000100010>
- Rojas-Sepúlveda, C. M., & Torres Sierra, A. F. (2023). Estudio de las diferencias sexuales en la enfermedad articular degenerativa y los cambios entesiales de cuatro colecciones osteoarqueológicas del norte de Suramérica (2350–450 AP). *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 55(4), 729–750. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562023000400729>
- Rouvieré, H., y Delmas, A. (2005). Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional. *Novedad Editorial*. Tomo I, II, y III.
- Salazar, D., Castro, V., Michelow, J., Salinas, H., Figueroa, V., & Mille, B. (2010). Minería y metalurgia en la Costa Arreica de la región de Antofagasta, norte de Chile. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 15(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-68942010000100002>
- Salazar, D., Figueroa, V., Andrade, P., Salinas, H., Olguín, L., Power, X., Rebolledo, S., Parra, S., Orellana, H., & Urrea, J. (2015). Cronología y organización económica de las poblaciones arcaicas de la costa de Taltal. *Estudios atacameños*, (50), 07-46. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432015000100002>

Salega, M. S., & Fabra, M. (2017). Variaciones del terreno y cambios entesiales en poblaciones prehispánicas de Córdoba (Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 10(2), 131–136.

<https://doi.org/10.31048/1852.4826.v10.n2.15560>

Sanhueza, L., Troncoso, A., & Campbell, R. (Eds.). (2020). *Iguales pero diferentes: trayectorias históricas prehispánicas en el Cono Sur* (1.a ed.). Social-ediciones. <https://doi.org/10.1017/laq.2021.40>

Sieger, B., Wilczyński, B., Sztuka, B. *et al.* Humeral retroversion, shoulder range of motion, and functional mobility in striking martial arts athletes. *Sci Rep* 14, 26416 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78369-4>

Singh, R. & Kumar, G. (2015). A study of angle of human humeral torsion. *IJAR - Indian Journal Of Applied Research*, 5: 231-235. [https://www.worldwidejournals.com/indian-journal-of-applied-research-\(IJAR\)/recent_issues_pdf/2015/November/November_2015_1492506384_66.pdf](https://www.worldwidejournals.com/indian-journal-of-applied-research-(IJAR)/recent_issues_pdf/2015/November/November_2015_1492506384_66.pdf)

Soto, P. y Aspillaga, E. (2002). Incidence du mode de vie sur la morphologie des os du squelette dans les populations sub-actuelles de l'extrême sud de l'Amérique. *Biometrie Humaine et Anthropologie* 20:131-137

Suárez, N, y Osorio, A. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *CES Medicina*, 27(2), 205-217. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87052013000200008&lng=en&lng=es

Scabuzzo, C. (2010). *Actividad, patología y nutrición de los cazadores-recolectores pampeanos* (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

- Scabuzzo, C. (2012). Estudios bioarqueológicos de marcadores de estrés ocupacional en cazadores recolectores pampeanos del Holoceno Temprano-Medio: Análisis de la serie Esqueletal de arroyo seco 2. *Revista argentina de antropología biológica*, 14(1), 17-31. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1514-79912012000100003&lng=es&tlng=es.
- Scheuer, L., & Black, S. (2000). *Developmental juvenile osteology*. Elsevier academic press. <https://archive.org/details/developmentaljuv0000sche>
- Stock, J. (2018). Wolff's law (bone functional adaptation). W. Trevathan (Ed.), *International Encyclopedia of Biological Anthropology* (pp. 1–3). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118584538.ieba0521>
- Urbina, R. (1988). Los Chonos en Chiloé: Itinerario y aculturación. *Chiloé*, 9: 29-42. <https://chiloe.omeka.net/items/show/262>
- Weiss, E. (2004). Understanding muscle markers: Lower limbs. *American Journal of Physical Anthropology*, 125(3), 232–238. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10386>
- White, T. D., Black, M. T., & Folkens, P. A. (2012). *Human Osteology* (3.a ed.). Elsevier Academic press. https://www.academia.edu/114051853/White_T_et_al_2012_Human_Osteology_Third_edition
- You, T., Frostick, S., Zhang, W. T., & Yin, Q. (2019). Os Acromiale: Reviews and Current Perspectives. *Orthopaedic surgery*, 11(5), 738–744. <https://doi.org/10.1111/os.12518>

Zúñiga Thayer, R., & Suby, J. (2019). El estudio de los cambios entésicos en restos humanos de Argentina: Estado actual y avances futuros. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 21(2), 1–14.

<https://doi.org/10.24215/18536387e029>

Zúñiga, R., & Suby, J. (2023). Asimetría bilateral de miembros superiores en restos humanos: Una aproximación a los patrones de actividad física en cazadores-recolectores del Holoceno en Patagonia Austral. *Arqueología*, 29(2),

<http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/Arqueologia/article/view/118>

[11](#)

VII. ANEXOS

Anexo 1. Fechados carbónicos y sus periodos: Zona Norte.

Zona geográfica	Sitio	N° de números	Derecho	Izquierdo	Fechados	Referencia
Taltapaposo	Agua dulce/ San Lorenzo 1	1	1	0	Arcaico Medio (ca. 5630±30 a.p.)	Andrade et al., 2014
Taltapaposo	Alero Bandurrias	2	1	1	Alfarero Temprano (ca. 1600 a.p.)	Andrade et al., 2014
Taltapaposo	Caleta Buena	1	0	1	Alfarero Temprano (ca. 1.500 a.p.)	Andrade et al., 2014)
Taltapaposo	Punta Loreto	1	1	0	Alfarero Tardío (ca. 900 a.p.)	Andrade et al., 2014
Taltapaposo	Punta Salitre J4	1	1	0	Indeterminado	
Taltapaposo	San Lorenzo 3	1	1	0	Alfarero Temprano (ca. 2.500 a.p.)	Andrade et al., 2014
Tocopi llaguala	Caleta El Fierro 1	2	2	0	Intermedio tardío (ca. 950 - 1450 d.c.)	Andrade, 2019
Tocopi llaguala	Caleta El Fierro 3	1	0	1	Arcaico (no específica)	Andrade, 2019

Tocopi lla- guala guala	Caleta El Fierro 5	1	1	0	Intermedio Tardío (ca. 950 - 1450 d.c.)	Andrade, 2019
Tocopi lla- guala guala	Caleta El Fierro 6	2	2	0	Intermedio Tardío (ca. 950 - 1450 d.c.)	Andrade, 2019
Tocopi lla- guala guala	Copaca 1	4	2	2	Arcaico Medio (ca. 7.000 - 4.500 a.p.)	Andrade et al., 2016

Nota. Los fechados representan principalmente la datación de los sitios arqueológicos. No fueron necesariamente realizados o analizados en las muestras de húmeros.

Anexo 2. Fechados carbónicos y sus periodos: Zona Austral.

Zona geográ fica	Sitio/Unida d Espacial	N° de húmero s	Derecho	Izquierdo	Fechados	Referenci a
Archip iélago las Guaite cas	GGAL-02 (Repollal Caverna)	7	3	4	Holoceno Tardío Final(ca.73 0 ± 25 a.p.)	Reyes, 2017; Cassiodor o et al., 2013
Archip iélago las Guaite cas	Repollal	11	6	5	Holoceno Tardío Final (ca.730 ± 25 a.p.)	Reyes, 2017; Cassiodor o et al., 2013
Archip iélago	Puquitín	12	2	10	Holoceno Tardío	Reyes, 2017;

las Guaite cas					Inicial (ca. 1050 ± 30 a.p.)	Cassiodor o et al., 2013
Archip ielágo Chono s	Isla Harris	10	10	0	Holoceno Tardío Final (ca. 650 ± 25 a.p.)	Reyes, 2017; Cassiodor o et al., 2013

Anexo 3. Variables para recopilación de datos.

Zona	Ángulo	Sexo	Lateralidad	Código	Stio
Austral	20	F	Izquierdo	REP C3 31	Repollal
Austral	21	F	Derecho	REP C3 32	Repollal
Austral	22	M	Izquierdo	REP C3 33	Repollal
Austral	20	M	Derecho	HUMDER17	Isla harris
Austral	32	M	Derecho	HUMDER18	Isla harris
Austral	28	F	Derecho	HUMDER15	Isla harris
Austral	26	M	Derecho	HUMDER9	Isla harris
Austral	27	M	Derecho	HUMDER11	Isla harris
Austral	21	F	Derecho	HUMDER20	Isla harris
Austral	22	M	Derecho	HUMDER16	Isla harris
Austral	31	M	Derecho	HUMDER32	Isla harris
Austral	21	F	Derecho	HUMDER37	Isla harris
Austral	24	M	Derecho	HUMDER28	Isla harris
Austral	36	M	Derecho	CH 11 REP(C1B)1	Repollal
Austral	18	M	Izquierdo	64	Repollal
Austral	23	M	Izquierdo	CH REPE1(1)	Repollal
Austral	26	M	Izquierdo	CH REP C1 (2)	Repollal
Austral	31	M	Derecho	65 (Pto. Rep. CH1	Repollal
Austral	24	M	Derecho	62	Repollal
Austral	28	M	Derecho	67	Repollal
Austral	28	M	Derecho	66	Repollal
Austral	25	M	Derecho	HUMEDER49	Puquítin
Austral	22	M	Derecho	HUMEDER44	Puquítin
Austral	19	M	Izquierdo	HUMIZ50	Puquítin
Austral	16	M	Izquierdo	HUMIZ47	Puquítin
Austral	17	M	Izquierdo	HUMIZ46	Puquítin
Austral	29	F	Izquierdo	HUMIZ43	Puquítin
Austral	20	M	Izquierdo	HUMIZ44	Puquítin
Austral	15	M	Izquierdo	HUMIZ45	Puquítin
Austral	19	M	Izquierdo	HUMIZ42	Puquítin
Austral	16	M	Izquierdo	HUMIZ13	Puquítin
Austral	20	F	Izquierdo	HUMIZ41	Puquítin
Austral	14	M	Izquierdo	HUMIZ48	Puquítin
Austral	31	M	Derecho	15-438.22b11	GGAL-02
Austral	25	M	Izquierdo	15-438.225.11	GGAL-02
Austral	34	M	Izquierdo	1	GGAL-02
Austral	18	F	Derecho	15-438.135.14	GGAL-02
Austral	23	M	Izquierdo	2	GGAL-02
Austral	34	F	Derecho	3	GGAL-02
Austral	22	M	Izquierdo	4	GGAL-02
Norte	35	M	Derecho	A	Agua dulce/ San Lor
Norte	18	F	Derecho	B	Alero Bandurrias
Norte	25	F	Izquierdo	C	Alero Bandurrias
Norte	28	F	Izquierdo	D	Caleta Buena
Norte	44	M	Derecho	E	Punta Loreto
Norte	27	F	Derecho	F	Punta Salitre J4
Norte	32	M	Derecho	G	San Lorenzo 3
Norte	28	M	Derecho	H	Caleta el Fierro 1
Norte	28	M	Derecho	I	Caleta el Fierro 1
Norte	41	F	Izquierdo	J	Caleta el Fierro 3
Norte	46	M	Derecho	K	Caleta el Fierro 5
Norte	17	M	Derecho	L	Caleta el Fierro 6
Norte	17	F	Derecho	M	Caleta el Fierro 6
Norte	60	M	Derecho	N	Copaca 1
Norte	63	M	Izquierdo	Ñ	Copaca 1
Norte	45	M	Derecho	O	Copaca 1
Norte	56	M	Izquierdo	P	Copaca 1

Anexo 4. Tabla de operacionalización de variables

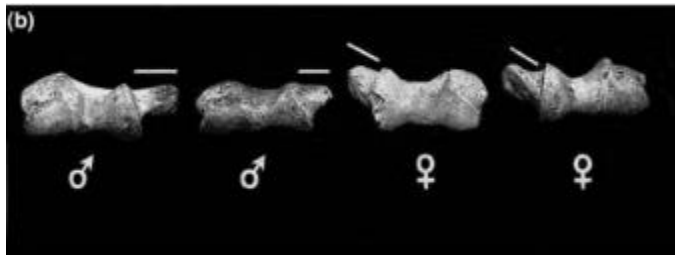
Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo/Subtipo	Técnica / instrumento
Retroversión humeral (RH)	Dependiente	Orientación angular del húmero en relación con su eje	Ángulo formado entre el eje proximal y distal del	Valor angular de retroversión	Cuantitativa/Continua	Medición Osteométrica en grados
Zona geográfica	Independiente	Contexto espacial de procedencia de los individuos	Clasificación de las muestras según su origen regional	Norte (Antofagasta) / Austral (Chonos)	Cualitativa/Nominal	Ubicación y procedencia
Sexo	Independiente	Diferenciación biológica entre individuos	Clasificación sexual basada en criterios osteológicos	Masculino / Femenino	Cualitativa/Nominal	Análisis Osteológico
Lateralidad	Independiente	Diferenciación anatómica entre lados del cuerpo	Identificación del lado del húmero analizado	Derecho / Izquierdo	Cualitativa/Nominal	Análisis Osteológico
Periodo / secuencia ocupacional	Independiente	Ubicación temporal de los individuos dentro de una	Clasificación cronológica según contexto	Periodos definidos en cada zona	Cualitativa/Ordinal	Contexto Arqueológico
Edad (control)	Control	Etapa biológica del individuo al momento de	Inclusión de individuos adultos para evitar sesgos	Adulto (criterio de inclusión)	Cualitativa/Nominal	Análisis Osteológico
Integridad del elemento óseo (control)	Control	Estado de conservación del material	Selección de húmeros completos o con rasgos	Apto / No apto para medición	Cualitativa/Nominal	Análisis Osteológico

Anexo 5. Distinciones sexuales en la forma de la fosa olecraneana



Nota. Adaptado de “The Distal Humerus-A Blind Test of Rogers' Sexing Technique Using a Documented Skeletal Collection” (p. 2), por Falys et al., 2005, *Journal of Forensic Sciences*, 6 (50).

Anexo 6. Distinciones sexuales en el ángulo del epicóndilo medial



Nota. Adaptado de “The Distal Humerus-A Blind Test of Rogers' Sexing Technique Using a Documented Skeletal Collection” (p. 2), por Falys et al., 2005, *Journal of Forensic Sciences*, 6 (50).

Anexo 7. Distinciones sexuales en la simetría troclear y la constricción troclear



Nota. Adaptado de “The Distal Humerus-A Blind Test of Rogers' Sexing Technique Using a Documented Skeletal Collection” (p. 2), por Falys et al., 2005, *Journal of Forensic Sciences*, 6 (50).