



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina**



Tecnología Médica

**Escuela de Tecnología Médica
Mención Imagenología y Física Médica**

**“Comparación en la cuantificación de Líneas de Harris entre dos
proyecciones radiológicas en restos humanos esqueléticos de la cuenca
media del río Aconcagua que pertenecen a la colección del museo Histórico
Arqueológico de Quillota: Serie de casos”**

Seminario de Grado

**presentado en conformidad a los requisitos para obtener el Grado Académico de
“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física Médica”**

Autores:

Carolina Olivares Bugueño

María Paz Órdenes Tapia

Carlos Vergara Arancibia

Profesor Guía:

Tecnólogo Médico Camila Aedo Jiménez

Profesor Co-Guía:

Antropóloga Física Violeta Abarca Labra

2019

RESUMEN

Introducción: Las Líneas de Harris son líneas radiopacas que se forman en la metafisis de los huesos largos en crecimiento, orientadas de forma transversal y paralelas a la placa epifisaria siendo visibles a simple vista en una imagen radiológica. Además, son consideradas como uno de los indicadores óseos de estrés no específicos más utilizados en diferentes disciplinas con abordaje paleopatológico para el estudio de los modos de vida de poblaciones antiguas. Sin embargo, sólo se tiene conocimiento de la detección de las Líneas de Harris a través de la proyección radiológica anteroposterior, no considerándose la proyección lateral para su estudio, llevando a una posible pérdida de información o mal interpretación de esta. Por esta razón, el presente estudio tiene como propósito analizar una serie de casos de restos humanos esqueletizados pertenecientes a la región de Valparaíso, mediante la incorporación de la proyección radiológica lateral para la identificación del marcador óseo anteriormente mencionado. Eventualmente será posible generar nuevo conocimiento y contribuir a futuras investigaciones dando un nuevo abordaje radiológico para la evaluación de éstas. **Objetivo:** Comparar la cuantificación de Líneas de Harris en restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota al utilizar la proyección radiológica anteroposterior versus la proyección radiológica lateral. **Materiales y métodos:** Esta investigación consiste en un estudio observacional de tipo analítico. No habrá intervención por parte de los investigadores, y en el análisis del estudio se establecerán relaciones entre las variables. Se evaluaron dos proyecciones radiográficas, anteroposterior y lateral, basándose en la detección y cuantificación de las líneas de Harris visualizadas en restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota. **Resultados esperados:** Se espera visualizar mayor número de líneas de Harris en la proyección lateral que en la proyección anteroposterior de los restos humanos esqueletizados. **Palabras claves:** líneas de Harris, radiología, bioarqueología, restos humanos esqueletizados, proyección anteroposterior, proyección lateral, periodo intermedio tardío.

ABSTRACT

Introduction: the Harris lines are radiopaque lines formed in the metaphysis of the large growing bones, facing a cross shape and in parallel to the Epiphyseal plate, being visible to the naked eyes in an X-ray image. Besides, they are considered like one of the skeletal indicators of non-specific stress that is most used in different fields with a paleopathology approach for the study of the lifestyle of the ancient population. However, we only got the knowledge of the discovery of the Harris lines through an anteroposterior radiographic positioning, not considering the lateral projections for its study, carrying out a potential lose of information or wrong interpretation of it. Therefore, the current study aims to analyze a number of cases of skeletonized human remains from the Valparaiso region, through the incorporation of the lateral radiographic positioning to identify the marker of the bone previously mentioned. Eventually it will be possible to produce new knowledge and contribute to future research giving a new radiological approach for the study of it. **Objective:** Compare the quantification of Harris lines in skeletonized human remains of the prehispanic in the middle basin of the river Aconcagua, in the Valparaiso region, that belongs to the collection of the Museo Histórico Arqueológico de Quillota to use the anteroposterior radiographic positioning versus the lateral radiographic positioning. **Materials and methods:** This research consist of an observational study of analytical style. There won't be intervention from the researchers and in the analysis of the study the relation between the variables will be established. We considered two radiographic positioning, anteroposterior and lateral, based on the discovery and quantification of the Harris lines displayed in skeletonized human remains of the prehispanic in the middle basin of the river Aconcagua, in the Valparaiso region, that belongs to the collection of the Museo Histórico Arqueológico de Quillota.

Expected results: The expectation of this investigation is to display the highest number of Harris lines in the lateral positioning than in the anteroposterior positioning of the skeletonized human remains (tibia). **Key words:** Harris lines, radiology, bioarcheology, skeletonized human remains, anteroposterior positioning, lateral positioning, late intermediate period.

LISTA DE ACRÓNIMOS

AP: Anteroposterior.

HSMQ: Hospital San Martín de Quillota.

kVp: Kilovoltaje peak.

LAT: Lateral.

LH: Líneas de Harris.

mA: Miliamperaje.

MHAQ: Museo Histórico Arqueológico de Quillota.

MOE: Marcador Óseo de Estrés.

PAT: Período Alfarero Temprano.

PIT: Período Intermedio Tardío.

PT: Período Tardío.

RC: Radiología Convencional.

RD: Radiología Digital.

RHE: Restos humanos esqueletizados.

RI: Receptor de Imagen.

RX: Rayos X.

s: Segundos.

TC: Tomografía Computada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. RECONSTRUCCIÓN DE LOS MODOS DE VIDA.....	5
2.2. MARCADORES ÓSEOS DE ESTRÉS.....	5
2.3. LÍNEAS DE HARRIS	8
2.3.1. Definición.....	8
2.3.2. Etiología	9
2.3.3. Mecanismo de formación	10
2.4. CRECIMIENTO ÓSEO EN HUESOS LARGOS	11
2.4.1. El hueso	11
2.4.2. Osificación endocondral.....	14
2.4.3. Formación de las líneas de Harris.....	17
2.5. LÍNEAS DE HARRIS Y PALEOPATOLOGÍA	18
2.6. RADIOLOGÍA.....	20
2.6.1. Contexto de la radiología.....	20
2.6.2. Sistema de imagen por rayos X	20
2.6.3. Producción del haz de rayos X.....	22
2.6.4. Radiografía digital	24
2.6.5. Técnica radiográfica	26
2.6.6. Calidad de imagen digital.....	27
2.6.7. Posicionamiento radiográfico.....	29
2.6.8. Proyecciones radiológicas	30
2.1.1. Proyección y posicionamiento de la tibia.....	33
2.7. ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS.....	36
2.7.1. Área de estudio: cuenca media del río Aconcagua.....	36
2.7.2. Contexto histórico	39
2.7.3. Periodo intermedio tardío (1.000 d.C. – 1.400 d.C.).....	41

CAPÍTULO 3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	46
3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	46
3.2. HIPOTESIS	46
CAPÍTULO 4 OBJETIVOS	47
4.1. OBJETIVO GENERAL	47
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
CAPÍTULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
5.1. TIPO DE ESTUDIO	49
5.2. MUESTRA	49
5.2.1. Sitio arqueológico Estadio de Quillota.....	52
5.2.2. Sitio arqueológico Fundo Esmeralda.....	55
5.3. MUESTREO.....	56
5.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	56
5.4.1. Criterios de inclusión.....	56
5.4.2. Criterios de exclusión	56
5.5. VARIABLES	57
5.6. FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	59
5.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	61
CAPÍTULO 6 RESULTADOS.....	62
6.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	62
6.2. CARACTERISTICAS RADIOLOGICAS DE LAS LÍNEAS DE HARRIS..	64
6.2.1. Detección de las líneas de Harris en la proyección anteroposterior	64
6.2.2. Detección de las líneas de Harris en la proyección lateral	67
6.2.3. Análisis según la ubicación de las líneas de Harris	69
6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	71
CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN.....	72
7.1 LIMITACIONES	78
7.2 RECOMENDACIONES	79
CAPÍTULO 8 CONCLUSIÓN.....	80
CAPITULO 9 BIBLIOGRAFÍA	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Modelo de estrés adoptado para usar en poblaciones esqueléticas.....	6
FIGURA 2.2. Radiografía tercio distal de tibia.....	9
FIGURA 2.3. Esquema de hueso largo tipo. Corte axial.	12
FIGURA 2.4. Esquema de partes de hueso largo tipo.....	13
FIGURA 2.5. Vista esquemática de la estructura celular del desarrollo de huesos largos, en zonas de crecimiento endocondral.	17
FIGURA 2.6. Esquema de tubo de rayos X.....	22
FIGURA 2.7. Radiación X característica.	23
FIGURA 2.8. Radiación de Bremsstrahlung.	24
FIGURA 2.9. Esquema de planos del cuerpo.....	30
FIGURA 2.10. Proyección AP de la pierna.	34
FIGURA 2.11. Proyección LAT de la pierna.	35
FIGURA 2.12. Mapa de los rasgos geográficos con identificación de las principales ciudades del área de estudio.	37
FIGURA 2.13. Fotografía que muestra el curso medio del río Aconcagua.	38
FIGURA 2.14. Secuencia cronológica y cultural de Chile central.....	40
FIGURA 2.15. Cultura material del PIT.	43
FIGURA 2.16. Cultura fúnebre del PIT.	44
FIGURA 2.17. Cultura material del PIT.	45
FIGURA 2.18. Cultura material del PIT.	45
FIGURA 5.1. Mapa con la ubicación de los sitios Arqueológicos.	50
FIGURA 5.2. Plano topográfico que muestra la distribución de las tumbas (esqueletos) en el sitio arqueológico Estadio de Quillota.	54
FIGURA 5.3. Plano topográfico que muestra la distribución de las tumbas (esqueletos) en el sitio arqueológico Fundo Esmeralda.	55
FIGURA 6.1. Tibia derecha con LH pertenecientes al PIT.....	65
FIGURA 7.1 Ilustración de una sección transversal de la tibia.	76

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. Resumen de las etapas de Osificación Endocondral.....	15
TABLA 2.2. Zonas de crecimiento Endocondral.....	16
TABLA 5.1 Caracterización demográfica y macroscópica de la muestra.	51
TABLA 6.1. Caracterización demográfica (sexo y edad) de la muestra.	62
TABLA 6.2. Conteo de LH para las variables correspondientes a la proyección anteroposterior.	66
TABLA 6.3. Conteo de LH para las variables correspondientes a la proyección lateral. ...	67
TABLA 6.4. Promedios para las variables correspondientes a la proyección lateral.	68
TABLA 6.5 Valores del Test estadístico versus valor $-p$	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 6.1. Número de tibias por sexo.	63
GRÁFICO 6.2. Número de tibias según el rango de la edad en que se encuentran.....	63
GRÁFICO 6.3. Gráfico de caja y bigotes de la cuantificación de LH en la proyección AP con respecto a la mitad proximal y distal de tibia..	69
GRÁFICO 6.4. Gráfico de caja y bigotes de la cuantificación de LH en la proyección LAT con respecto a la mitad proximal y distal de tibia..	70

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. "SKELETONS FROM MHAQ WHICH WERE X-RAYED".....	92
ANEXO B. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS BIOANTROPOLÓGICAS", MUSEO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO DE QUILLOTA.	93
ANEXO C. GUÍA DE USO SOFTWARE "HARRIS LINES DETECTION AND ANALYSIS TOOL". Tomada de (25).	99
ANEXO D. TABLAS DE CONTEO DE LÍNEAS DE HARRIS (LH) EN LA PROYECCIÓN LATERAL DE TIBIA.....	111

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

Cada vez que ocurre un hallazgo bioantropológico, sea de un cuerpo momificado o restos humanos esqueléticos (RHE), se despliegan una serie de estudios que tienen por objeto obtener información más detallada acerca del modo de vida de poblaciones pretéritas (1). Estos estudios poseen un enfoque multidisciplinario y utilizan métodos de investigación propios de ciencias como la antropología física y arqueología. Una de las disciplinas que pertenece a este enfoque es la paleopatología, que se define como el estudio de enfermedades del pasado, aportando a la interpretación de la información que yace en los RHE, para el conocimiento de los modos de vida, que incluye la dieta, enfermedades y costumbres de poblaciones antiguas, en relación a un contexto cultural e histórico (2–5).

La mayoría de las investigaciones paleopatológicas se realizan incluyendo el estudio de marcadores óseos de estrés (MOE), definidos como cambios fisiológicos continuos y/o prolongados de la arquitectura interna y/o externa del hueso producto del proceso de adaptación del individuo ante diversos agentes estresores, derivados de la realización de actividades habituales, ocupacionales o patológicas, entre otros. (4–9). Algunos de estos MOE son analizados por medio de la paleorradiología, que usa diferentes técnicas radiológicas para la obtención de información sobre la muestra.

Los primeros estudios de este tipo se iniciaron en 1896 por Carl Koenig, Thurstan Holland y Alexander Dedekind, quienes utilizaron la radiología convencional (RC) para estudios de momias humanas y animales egipcios. Años más tarde en 1931 Roy Moodie, establece la radiografía como procedimiento de investigación y utilizó esta técnica en todas las momias egipcias y sudamericanas de la colección del Chicago Field Museum, demostrando el gran valor de esta técnica cuando es aplicada en forma sistemática (10). En la actualidad la paleorradiología se ha masificado, incluyendo técnicas como la tomografía computarizada (TC) (11,12) y resonancia magnética (13).

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, los estudios paleopatológicos se han desarrollado de manera constante en diferentes zonas del país, sin embargo, la utilización de técnicas radiológicas aún es limitada en el estudio de RHE. Es posible destacar los siguientes estudios: en la zona norte (Arica) en 1984 se utilizó RC, TC y densitometría ósea para el análisis de momias de la cultura Chinchorro (14,15). Otro estudio relevante, se llevó a cabo en la zona austral (Tierra el Fuego) el 2008, en el sitio arqueológico “Puesto Pescador 1”, donde se ocuparon métodos radiográficos y tomográficos (16). En el año 2005, se estudia mediante TC la momia del niño del cerro “El Plomo” en la zona central del país (17).

La zona central es de gran interés debido a una gran cantidad de estudios recientes que han permitido reconstruir la larga y densa secuencia de ocupación humana prehistórica en este territorio (18). Una de los sectores que ha sido foco de estos estudios es el territorio que abarca el Río Aconcagua, desde su nacimiento en la cordillera de Los Andes hasta su desembocadura en la ciudad de Concón. Los cuales han incluido el análisis tanto de la cultura material como el de RHE (19). El aumento de las investigaciones van de la mano con el hallazgo de RHE en diferentes sitios habitacionales actuales, situación que destaca en el curso medio del río, específicamente la comuna de Quillota (20), en la cual se ubica el más grande descubrimiento arqueológico de la zona, sitio Estadio Municipal de Quillota.

Dentro de las temáticas que se han desarrollado en la cuenca media podemos encontrar diferentes estudios entre los que destacan: “Paleopatología oral y desgaste oclusal en grupos Bato, Aconcagua y Aconcagua-Inka en el valle del Río Aconcagua, zona central de Chile”, realizado por J. Oyanedel y C. Arriagada en 2014 (21), “La vida en la muerte: Resistencias e incanización en la alfarería fúnebre de las comunidades del curso medio-inferior del Aconcagua” por N. Fuenzalida en el año 2014 (22), “Dieta prehispánica en la región de Valparaíso, Chile Central: evidencia del análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno de colágeno óseo humano de las colecciones del museo de historia natural de Valparaíso” por J. Swift, J. Oyanedel y L. López en el año 2017 (23), “Arqueología e Historia del curso medio e inferior del río Aconcagua. Desde los primeros alfareros hasta el arribo de los españoles (300 a.C.-1600 d.C.)” por F. Venegas, H. Ávalos y A.

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

Saunier en el año 2011 (18). Estos trabajos investigativos han permitido desentrañar el panorama cultural y temporal de la cuenca (24).

Los estudio que usan técnicas radiológicas en el análisis de RHE son escasos en a lo largo del río Aconcagua, pero se pueden destacar los esfuerzos realizados por la Universidad de Valparaíso, específicamente la Escuela de Tecnología Médica, en la generación de conocimientos en el área. Dentro de sus trabajos más recientes sobresalen: “Caracterización radiológica de las líneas de Harris en osamentas prehispánicas de la cuenca superior del río Aconcagua pertenecientes al Período Alfarero: serie de casos” (25); "Reporte de caso: Primer estudio imagenológico de un esqueleto perteneciente al periodo arcaico medio tardío en Chile central" (26) y el "Análisis de momias del Norte de Chile: aporte a la Antropología Física, Bioarqueología y Paleopatología” (27).

Siguiendo con la línea de investigación que une la tecnología médica y la paleopatología, al analizar radiológicamente los MOE, estos se utilizan para obtener información acerca de las condiciones de vida de los RHE. Entre los MOE más estudiados se encuentran las líneas Harris (LH), causadas por una detención temporal del crecimiento, de etiología inespecífica. Su estudio paleoradiológico se realiza en huesos de crecimiento rápido, frecuentemente la tibia. Por lo general se obtiene una imagen médica de una única proyección frontal o anteroposterior (AP) de la estructura implicada. No obstante, A. Scott y R. Hoppa en el año 2014 a través de su estudio “A Re-evaluation of the Impact of Radiographic Guidance on the Identification and Interpretation of Harris Lines” (28), establecen que la proyección lateral (LAT) de tibia puede entregar información valiosa para la detección de LH, proponiendo que se visualiza mayor cantidad de LH que en la proyección AP (28), debido a que se evalúa desde otra perspectiva la misma estructura.

Por esta razón, el presente estudio tiene como propósito conocer cuál es la forma más adecuada de estudiar las LH, a través de la comparación de dos proyecciones radiológicas: AP y LAT, para la identificación de LH en RHE del periodo alfarero del curso medio del Aconcagua de Chile central, pertenecientes a la colección Museo Histórico Arqueológico de Quillota (MHAQ). En primer lugar se utilizará una proyección radiológica AP de tibia, en la cual a través del software

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

de distribución gratuita “Harris Lines Detection and Analysis Tool” se llevará a cabo el proceso de detección y análisis de LH en radiografías digitales (29). La segunda proyección considerada es la LAT de tibia, en la cual se utilizará la metodología visual directa, realizada por un grupo de observadores capacitados, perteneciente al equipo de Médicos Radiólogos del Hospital San Martín De Quillota (HSMQ) para el proceso de detección y análisis de LH en radiografías digitales.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1. RECONSTRUCCIÓN DE LOS MODOS DE VIDA

El estudio de las poblaciones pretéritas se realiza, en su mayoría, a través del análisis de RHE y/o momificados, con el objetivo de conocer su estado de salud y modo vida (4,30). Estos estudios se realizan por medio de equipos multidisciplinarios (antropología física, arqueología, etnohistoria), que aportan desde su área información importante para reconstruir y definir los modos de vida.

De este modo, un enfoque multidisciplinario como la bioarqueología, es de gran importancia ya que nos ayudan a evaluar hipótesis alternativas que involucran la interacción entre biología, cultura y adaptación.

En resumen, se hace necesario el desarrollo de estudios interdisciplinarios, que permitan la integración de datos bioantropológicos, arqueológicos y etnohistóricos/etnográficos para conseguir resultados significativos, que posibiliten interpretaciones más amplias en relación al modo de vida de las poblaciones pretéritas (31).

2.2. MARCADORES ÓSEOS DE ESTRÉS

La información obtenida a través de estudios realizados en RHE resulta de gran importancia para el conocimiento de la forma de vida de las poblaciones pretéritas. El sistema óseo es sensible al medio que lo rodea, por lo que ciertos factores estresores como el ambiente, las condiciones nutricionales y/o los procesos de salud y enfermedad, pueden generar modificaciones en la arquitectura del tejido óseo y dental, demostrando ciertas condiciones paleopatológicas conocidas como MOE (4,32). Los MOE se definen como la respuesta biológica bajo ciertas

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

condiciones de estrés continuo o prolongado sobre un individuo, traducándose en la alteración de la arquitectura externa y/o interna de una estructura ósea como resultado del proceso de adaptación.(5–7,9).

En la década de 80', Goodman et al. desarrollaron un modelo biocultural para estudiar el estrés en poblaciones prehistóricas según un contexto temporal y cultural, lo cual les permitió acercarse a los procesos adaptativos que estas poblaciones tuvieron que enfrentar (Figura 2.1), estableciendo que el estrés es producto principalmente de tres factores: las restricciones ambientales, el sistema sociocultural y la resistencia individual (4,32). Estos factores actúan de forma sinérgica y no permiten determinar cuál es la causa final de la disrupción fisiológica (30).

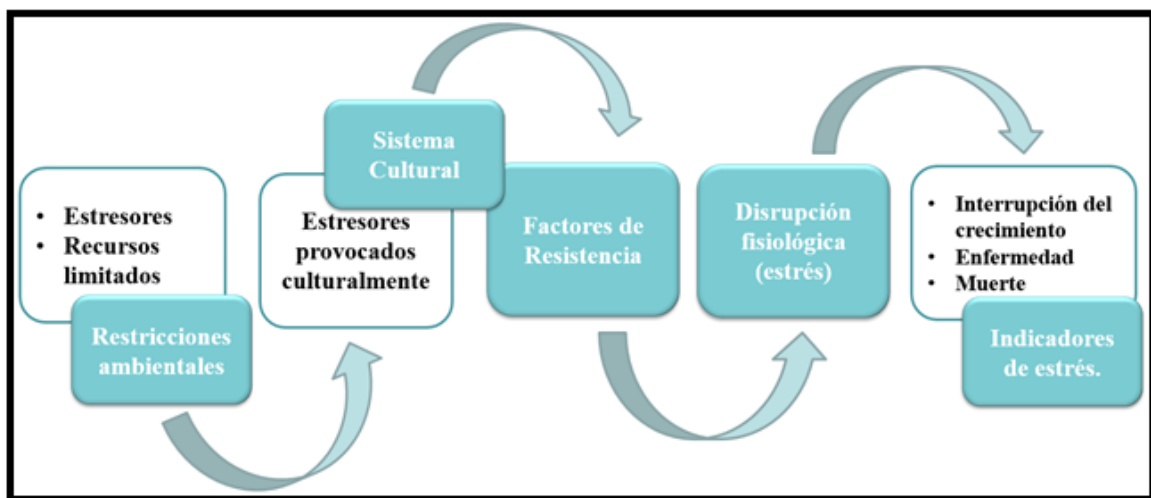


FIGURA 2.1. *Modelo de estrés adoptado para usar en poblaciones esqueléticas (Modificado de Goodman et al., 1988). Imagen tomada de (4).*

Este modelo inicialmente analiza aspectos ambientales que pueden afectar en el proceso de adaptación. Si bien los recursos básicos necesarios para sobrevivir (comida, agua, refugio, etc.) pueden influir positivamente en la adaptación, también es posible encontrar factores desfavorables que afectan la salud de la población (cambios climáticos, parásitos, depredadores, etc.). Por otra parte, los sistemas culturales a través de la tecnología y aspectos sociales e ideológicos influyen en el proceso de extracción de recursos del medio, siendo además efectivos

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

en amortiguar las restricciones del medioambiente o evitar el contacto directo entre los individuos y los agresores (ropa y refugio contra los extremos de frío y calor). No obstante, los sistemas culturales también pueden ser generadores de nuevos agresores y restricciones provocando estrés en un individuo o población. (25,32). Finalmente, la respuesta biológica al estrés se producirá a través de cambios fisiológicos que resultan de la lucha por ajustarse al medio y que dependen de muchos factores (edad, sexo, resistencia del individuo, aspectos socioculturales, etc.), reflejando o no la adaptación. La respuesta frente a un estresor comienza en los tejidos blandos, los cuales se ven afectados de manera más rápida. En casos de estar frente a un estrés crónico y severo, a continuación serán los tejidos óseos los que se verán afectados generando respuestas inespecíficas de difícil interpretación (reacciones periósticas, hipoplasias del esmalte, hiperostosis porótica, pérdida ósea, entre otras) y respuestas específicas a agentes infecciosos (tuberculosis, sífilis, lepra) (4,25,32). Años más tarde a este modelo, H. Bush y M. Zvelebil proponen que el factor psicológico también puede influir en la respuesta frente a un agente estresor, al disminuir la resistencia a cierta enfermedad y aumentando el riesgo de una situación de estrés (33).

De forma general se plantea que el estrés es una condición externa que altera a un organismo, siendo este último capaz de generar una respuesta inespecífica mediante una reacción fisiológica favorable o desfavorable en el proceso de adaptación (34). El estrés no puede ser medido de forma directa, por lo que su causalidad podría tener múltiples factores etiológicos (4,32,35). Por este motivo los MOE son utilizados para determinar su causa y para valorar el impacto tanto individual como poblacional. Estos se pueden estudiar de forma macroscópica, microscópica o mediante la obtención de imágenes radiográficas, agrupándose además en diferentes indicadores según la información que podemos obtener de ellos, siendo los más comunes la criba orbitaria e hiperostosis porótica, asociadas a deficientes nutricionales; LH e Hipoplasia lineal del Esmalte dental, relacionadas con deficiencias en el crecimiento y desarrollo de los individuos; Periostitis y lesiones endocraneales que no tienen una casusa determinada, excepto procesos de infección y malnutrición en poblaciones históricas (4,30,36). El conjunto de indicadores anteriormente nombrado es también conocido como Marcadores óseos de estrés inespecífico. Para el caso de esta investigación nos centraremos solamente en uno de ellos, las LH.

2.3. LÍNEAS DE HARRIS

2.3.1. Definición

Las LH, también llamadas líneas de detención del crecimiento son líneas radiopacas que se forman en la metáfisis de los huesos largos en crecimiento, orientadas de forma transversal y paralelas a la placa epifisaria siendo visibles a simple vista en una imagen radiológica. Estas líneas de mayor densidad ósea se producen por la interrupción temporal del crecimiento longitudinal del hueso y que más tarde son posibles de visualizar en la diáfisis a medida que la longitud del hueso aumenta con el crecimiento. Es posible visualizarlas en una variedad de huesos de crecimiento rápido, pero la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que el mayor número de LH se encuentran en el extremo distal de la tibia, debido a que se asocia con una circulación sanguínea que mejoraría la función de los osteoblastos y la formación ósea (37); por lo tanto, este hueso se considera el más adecuado para evaluar la incidencia de LH (Figura 2.2).

El anatomista H. Harris, a través de sucesivas investigaciones realizadas entre los años 1926 y 1933 (38–40), describió con detalle las LH y, años más tarde, E. Park fue el responsable de señalar su etiopatogenia (41,42).



FIGURA 2.2. Radiografía tercio distal de tibia. Ejemplo de LH (flechas delgadas) en la tibia distal. La cicatriz de la fisis (flecha gruesa) no se cuenta como LH. Imagen tomada de (41).

2.3.2. Etiología

Si bien las LH se han utilizado como indicadores de salud, estado nutricional y condiciones de vida de individuos y poblaciones pretéritas (43–46), la interpretación de estas como indicadores de estrés sigue siendo discutible, ya que algunas investigaciones no han encontrado correspondencia entre las LH y las enfermedades que presentaban los individuos estudiados (47–50). También la remodelación del tejido óseo, que consiste en la destrucción y formación de hueso, durante el crecimiento puede afectar el número de LH visible en un individuo. Específicamente, las LH formadas a temprana edad pueden reabsorberse y desaparecer durante el desarrollo de un individuo y, por tanto, no dejar evidencia de su existencia (51). Esto se debe a que la remodelación ósea permite adaptar o moldear las estructuras óseas en función de factores estresores percibidos constantemente por un individuo, por ejemplo, las cargas biomecánicas por actividades físicas

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

laborales o habituales que pueden ser de diversa índole (30,32,33), ya sea de trabajos relacionados directa o indirectamente con la subsistencia o de actividades lúdicas realizadas continuamente (32).

Por otra parte, algunas investigaciones sugieren que las LH no solo se forman durante episodios de estrés, sino que igualmente podrían surgir durante períodos de crecimiento normal acelerado (52,53). Es por esto que las LH son consideradas como un indicador de estrés inespecífico, demostrándose que pueden ser originadas por un variado número de trastornos en el crecimiento como deficiencias nutricionales, condiciones infecciosas, fracturas de la placa de crecimiento, la ingestión de ciertas toxinas como alcohol y veneno (54,55), o por factores normales de crecimiento. Por tanto, se recomienda que estudios en restos óseos de las poblaciones pretéritas se interpreten con cautela y así relacionarlos a su contexto cultural y demográfico (9,56).

2.3.3. Mecanismo de formación

Actualmente el mecanismo de formación de las LH es conocido debido a múltiples investigaciones realizadas E. Park, quien trabajó con mamíferos pequeños (54,55). Sin embargo, el conocimiento del normal crecimiento longitudinal de los huesos largos es necesario para llegar a entender el proceso de formación de las LH.

2.4. CRECIMIENTO ÓSEO EN HUESOS LARGOS

2.4.1. El hueso

El hueso se considera un tejido conectivo especializado que se caracteriza por su rigidez y gran resistencia. Es vascularizado e innervado y, en conjunto con otras estructuras óseas, se encuentran organizados y unidos mediante articulaciones, siendo reservorio de minerales, almacenaje activo de la médula ósea interactuando con las células precursoras de la hematopoyesis, permitiendo además mantener la postura erguida y proporcionar protección a los órganos internos (57–60).

En el hueso coexisten un grupo de células situadas en una matriz extracelular calcificada, compuesta por fibras de colágeno tipo I (90%) y proteínas no colágenas (10%) (como glucoproteínas, proteoglicanos, sulfato de queretán, etc.) (58).

En el tejido óseo en desarrollo y maduro, se pueden diferenciar cuatro tipos de células (59–62):

1. Osteoprogenitoras u osteógenas: son células madre que derivan del tejido mesenquimal y dan origen a los osteoblastos.
2. Osteoblastos: son células formadoras de matriz ósea, producen colágeno tipo I y se localizan en la superficie ósea. Se encargan del mantenimiento, el crecimiento y la reparación del hueso y cuando estos quedan rodeados de matriz ósea, se inactivan y pasan a llamarse osteocitos.
3. Osteocitos: proceden de los osteoblastos siendo su función principal la mantención y renovación de la matriz ósea.
4. Osteoclastos: son células que se localizan en el endostio y tienen como función la resorción ósea y la remodelación del hueso.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

Superficialmente los huesos poseen una cubierta de tejido conectivo fibroso y fibroblastos, denominado periostio, mientras que en su capa profunda se encuentran las células precursoras de osteoblastos. La cavidad interna del hueso se encuentra cubierta por endostio, formado por células precursoras de osteoblastos y osteoclastos, que recubre el conducto medular, los conductos de Havers y de Volkmann, así como las cavidades del hueso trabecular (Figura 2.3) (60).

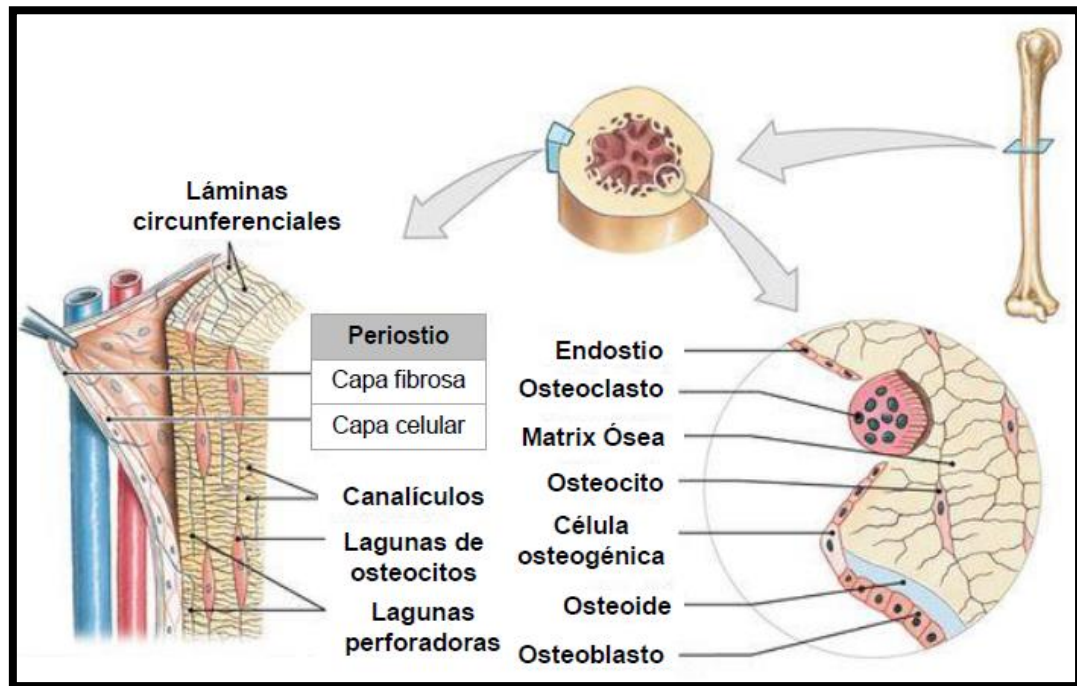


FIGURA 2.3. Esquema de hueso largo tipo. Corte axial. Imagen tomada de (59).

Por otra parte, los huesos se clasifican de acuerdo a su forma, existiendo 5 tipos: largos, cortos, planos, irregulares y sesamoideos. En este estudio se trabajará con huesos largos, en los cuales predomina la longitud sobre el espesor y el ancho, constan de diáfisis (cuerpo del hueso) y de dos epífisis (extremos del hueso), en donde la unión de ambos corresponde a la metáfisis (Figura 2.4). A este grupo corresponden: fémur, tibia, humero, radio, entre otros (60).

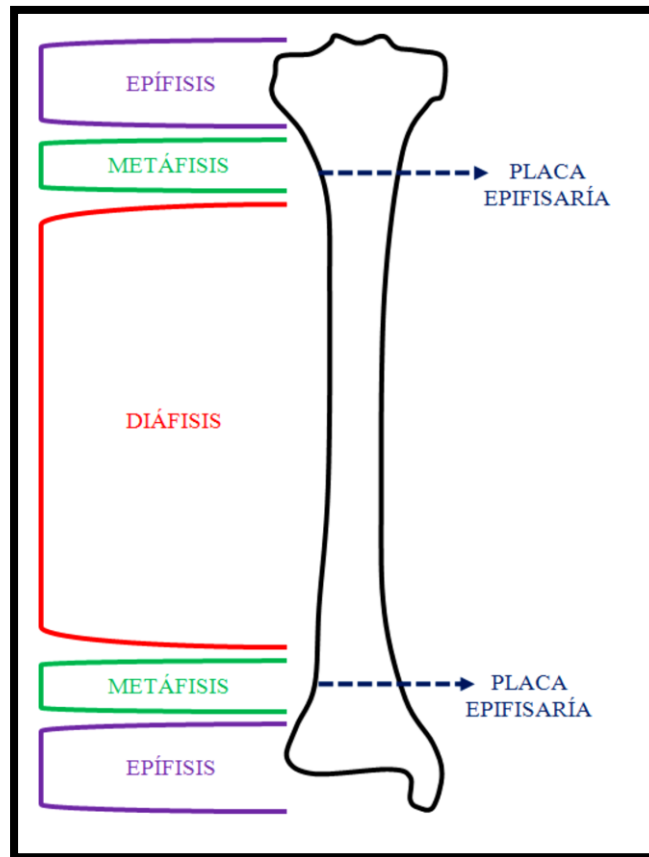


FIGURA 2.4. Esquema de partes de hueso largo tipo. Imagen tomada de (25).

Otra clasificación corresponde al tipo de osteogénesis. La Osteogénesis es el proceso por el cual se forma el hueso a partir de un modelo de tejido cartilaginoso hialino, a través de dos procesos: osificación intramembranosa y osificación endocondral (60–62). Este último se desarrolla sobre un modelo de cartílago hialino embrionario, donde el cartílago es progresivamente reemplazado por tejido óseo. Además, la osificación endocondral tiene relación directa con la formación de las LH, es por esto que la presente investigación se centrará en dicho mecanismo.

2.4.2. Osificación endocondral

El proceso de osificación indirecta corresponde a la formación de tejido óseo a partir de un molde previo de cartílago hialino que proviene del mesénquima, implicando además el desarrollo de centros de osificación primarios y secundarios.

En una primera etapa las células mesenquimáticas siguen un camino hacia la estirpe celular condrogénica en lugar de hacerlo hacia la osteogénica. Este proceso se hace más evidente en los centros de osificación secundaria de los huesos largos, entre la epífisis y la metáfisis. En la metáfisis, los condrocitos en diferentes estadios de evolución se disponen ordenadamente en forma de columnas longitudinales, lo que permite el crecimiento del hueso en longitud a través de los centros de osificación secundaria (Figura 2.5). En el pericondrio que rodea la zona media del modelo cartilaginosa (futura diáfisis), las células se diferencian a osteoprogenitoras definiendo ahora a esta cubierta como periostio. Las células activadas forman osteoblastos que comienzan a sintetizar y secretar matriz ósea constituyendo el collar óseo subperióstico alrededor del molde y del que depende el crecimiento en grosor del hueso largo (58–62). Los condrocitos en la cercanía del hueso se hipertrofian y la matriz cartilaginosa comienza a calcificarse, dificultando la difusión de nutrientes que lleva a la muerte de los condrocitos, permaneciendo solo un almacén cartilaginosa.

En la segunda etapa algunas células periósticas migran junto con brotes vasculares que invaden la cavidad del molde. Allí se diferencian a osteoblastos e inicia la síntesis y depósito de osteoide sobre la matriz cartilaginosa (58–62). A medida que se agranda la cavidad medular en la diáfisis, en sus extremos es posible reconocer distintas zonas en el cartílago hasta llegar a las epífisis, siendo esta región en donde se encuentran los centros de osificación secundaria que permitirán el crecimiento de los huesos largos durante todo el periodo de desarrollo óseo (58–62). El proceso de osificación endocondral se puede resumir en la tabla 2.1 (60–62):

TABLA 2.0.1. Resumen de las etapas de Osificación Endocondral.

ETAPAS	NOMBRE	PASOS DE LA ETAPA OSIFICACIÓN ENDOCONDAL
1°	Formación del modelo de cartílago hialino	<p>Hipertrofia de condrocitos en el tallo del molde hialino (citoplasma vacuolado, depósito de glicógeno).</p> <p>Retracción de la matriz cartilaginosa (se hace más delgada).</p> <p>Calcificación de la matriz hialina por depósito de fosfato cálcico.</p> <p>Finalmente ocurrirá degeneración y muerte de los condrocitos hipertróficos.</p>
2°	Crecimiento, reabsorción y reemplazo	<p>Invasión de vasos sanguíneos y células osteogénicas (mesénquima vascularizado) en cavidades dejadas por condrocitos.</p> <p>Formación de osteoblastos y depósitos de componentes de la matriz ósea.</p>

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

Histológicamente se pueden definir cinco zonas identificables de crecimiento a lo largo del cartílago epifisiario (tabla 2.2) (60–62):

TABLA 2.0.2. Zonas de crecimiento Endocondral.

ZONAS DECRECIMIENTO	CARACTERÍSTICAS
ZONA DE CARTÍLAGO DE RESERVA	Condrocitos mitóticamente activos.
ZONA DE PROLIFERACIÓN	Condrocitos entran en mitosis, comienzan a proliferar y formar hileras de células que seguirán paralelas a la dirección del crecimiento óseo.
ZONA DE HIPERTROFIA	Condrocitos aumentan de tamaño y la matriz entre sus lagunas se estrecha.
ZONA DE CALCIFICACIÓN	Se calcifica la matriz cartilaginosa y los condrocitos entran en proceso de apoptosis.
ZONA DE OSIFICACIÓN	Las células osteoprogenitoras invaden esta zona diferenciándose en osteoblastos que inician el depósito de matriz ósea sobre la matriz cartilaginosa. A su vez, se produce el proceso de resorción del complejo de cartílago y hueso calcificado.

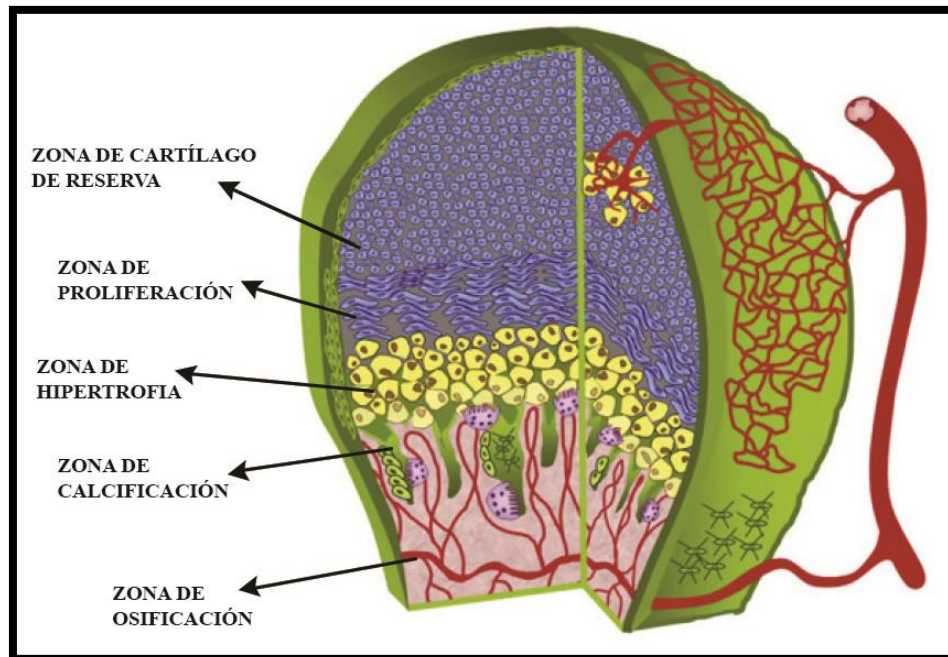


FIGURA 2.5. Vista esquemática de la estructura celular del desarrollo de huesos largos, en zonas de crecimiento endocondral. Imagen tomada de (62).

2.4.3. Formación de las líneas de Harris

Las LH son un reflejo de una detención temporal del crecimiento longitudinal de un hueso endocondral (8,55,63–66), la cual se debe a la detención de la actividad proliferativa de los condrocitos en la placa de crecimiento y la actividad osteoblástica durante el crecimiento óseo endocondral (37,63–67). Los osteoblastos reaccionan más lentamente al agente estresor y, durante un tiempo, continúan depositando osteoide a lo largo de la placa de crecimiento que se encuentra estática, produciendo una capa delgada de hueso a lo largo de la superficie del cartílago transversal. Esta línea no es visible en una radiografía (8,54,55).

Cuando se reanuda el crecimiento normal, los osteoblastos se recuperan más rápidamente que los condroblastos y, una vez más, depositan osteoide produciendo una red de trabéculas más gruesa y densa, paralelamente a la placa epifisiaria, siendo lo suficientemente sustancial como para visualizarla en una radiografía. Este proceso continúa hasta que el ciclo de

maduración de los condroblastos se haya completado. Por lo tanto, una línea solo es evidente si se reanuda el crecimiento normal y el individuo se recupera del episodio de estrés (8). De hecho, cuanto más larga sea la duración y la gravedad del agente estresor, más gruesa será la LH (9). Por otra parte, una vez que las epífisis se han fusionado, estas líneas ya no pueden desarrollarse (8).

2.5. LÍNEAS DE HARRIS Y PALEOPATOLOGÍA

En los estudios paleopatológicos sobre LH se puede distinguir dos líneas de investigación: la primera asociada con las condiciones de salud de una población pretérita, y la segunda tiene por objetivo conocer a que edad se formaron esas líneas en un individuo determinado. Su hallazgo indica el estado de salud de la muestra, las que probablemente resulten de mecanismos estresores como patologías y deficiencias nutricionales que inducen el desarrollo retardado del crecimiento óseo longitudinal (9,41). Además, este MOE es considerado como una condición relacionado con factores socioeconómicos, temporales y geográficos (41).

Según datos epidemiológicos de la formación de LH en huesos largos, estas se pueden formar a cualquier edad, desde los primeros meses de vida extrauterina hasta el final del crecimiento óseo (9), encontrándose dos picos de crecimiento óseo. El primero ocurre en el segundo o tercer año de vida y disminuye después del quinto año de vida (9,41), y el segundo pico ocurre entre los 10 y 13 años, siendo más frecuentes en niños que en niñas (41).

Si bien las LH se investigan tradicionalmente usando imágenes radiográficas registrándose como presentes o ausentes, o contando el número de LH, también existen estudios más recientes que involucran la utilización de equipos de Resonancia magnética (13) y TC (11,12) para su identificación.

Hay que considerar que los estudios paleoradiológicos de LH han contribuido indiscutiblemente a la comprensión del crecimiento en el esqueleto humano, pero han sido

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

continuamente criticados por la falta de una metodología estandarizada (29,68,69), la dificultad de asociar constantemente estas líneas con otros MOE o mala salud (68,70–73), el impacto de la remodelación a lo largo del tiempo (48,50,74,75) y el error intra e interobservador que se genera (29,76,77).

Por otro lado, a diferencia de la aplicación clínica de la radiología que establece la necesidad de realizar dos proyecciones ortogonales cuando se estudia una estructura, en los estudios paleoradiológicos solo se toman proyecciones AP, como en el caso de la detección de LH. En un estudio realizado por Boel en el año 2001, se encontró que las LH son visibles con mayor claridad en una proyección AP que en una proyección LAT (78). No obstante, Amy B. Scott y Robert D. Hoppa en el año 2014 a través de su estudio “A Re-evaluation of the Impact of Radiographic Guidance on the Identification and Interpretation of Harris Lines”, establecen que la proyección LAT de tibia puede entregar información valiosa para la detección de LH, proponiendo que se visualiza mayor cantidad de LH que en la proyección AP, debido a que se evalúa desde otra perspectiva la misma estructura (28) (ilustración 6).

En investigaciones recientes (12,28,78) se recomienda que al examinar LH solo con imágenes radiográficas, estas deben obtenerse tanto en la orientación AP como en la orientación LAT, para así visualizar y comparar las LH detectadas y obtener un mejor acuerdo entre las observaciones.

2.6. RADIOLOGÍA

2.6.1. Contexto de la radiología

La radiología es una ciencia que comprende numerosas áreas de la imagen médica y requiere competencias de la medicina, la biología y la física médica. Esta última incluye el estudio de la materia, la energía y el espectro electromagnético del cual la radiación X es una parte. La producción de radiación X y su seguridad, además de su utilización diagnóstica, son los cimientos de la radiología.

El conocimiento de la radiación X fue un descubrimiento accidental. En la década de 1870 y 1880 se investigaba la conducción de electrones mediante un tubo de Crookes. Fue en el año 1895 que Wilhelm Roentgen en su laboratorio de la Universidad de Würzburg durante un experimento con uno de estos tubos descubre los rayos X (RX). Las investigaciones de Roentgen fueron rigurosas lo que permitió su divulgación a la comunidad científica, y además publicó la primera imagen de RX médica a principios de 1896.

Desde el descubrimiento de los RX hasta el día de hoy, la radiología ha tenido una gran evolución e impacto en cuanto a su aplicación, lo que le ha permitido posicionarse como un elemento fundamental no solo en el desarrollo de procedimientos médicos de diagnóstico y tratamiento, sino que también ha ampliado su aplicación a otras áreas, como la antropología y la arqueología, llegando incluso a crear conceptos como el de Paleorradiología.

2.6.2. Sistema de imagen por rayos X

La principal función del equipo de RX es entregar un flujo controlado de intensidad de electrones necesaria para la producción de un haz de RX adecuado para la obtención de una imagen

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

diagnóstica. El sistema de imagen por RX posee 3 componentes principales: El generador de alto voltaje, la consola de control y el tubo de RX.

El generador de alto voltaje es elemento responsable de producir un incremento en la potencia de salida del autotransformador al kilovoltaje necesario para la producción de RX. La consola de control posee un sistema de encendido/ apagado y de controles para la selección de los factores de exposición de Kilovoltaje (kVp), miliamperaje (mA), tiempo en segundos (s) o miliamper segundos (79).

El tubo de RX presenta componentes externos e internos. Dentro de los componentes externos están: el sistema de sustento, el revestimiento protector y la carcasa de vidrio. El sistema de sustento permite el posicionamiento del tubo de RX y del revestimiento, considerando que son muy pesados. El revestimiento protector es el elemento que cubre la carcasa de vidrio. Tiene por función disminuir la radiación de fuga y así evitar una excesiva exposición a la radiación y a descargas eléctricas. El último elemento de la estructura externa corresponde a la carcasa de vidrio o metal, la cual mantiene el vacío dentro del tubo permitiendo alargar la vida útil de este, y generar RX más eficientes (79).

Continuando con la estructura interna, esta se divide en un extremo negativo y otro positivo (Figura 2.6). La porción negativa corresponde al cátodo, el cual tiene dos partes principales: Un filamento y una copa focalizadora. El filamento esta sintetizado a base de tungsteno. En cuanto a la copa focalizadora, es una copa metálica que permite confinar el haz de electrones a una pequeña área del ánodo y evitar así la dispersión de estos (79).

La porción positiva está representada por el ánodo, el cual tiene por función conducir electricidad, irradiar calor y contener el blanco. Es considerado como el lugar donde impactaran los electrones provenientes del cátodo. Contiene el elemento blanco, el cual está construido de tungsteno y angulado de tal forma que el haz de RX siga en dirección hacia la ventana y logre impactar en el objeto a estudiar (79). Generalmente en equipos que requieren una alta intensidad el ánodo es de carácter rotatorio.

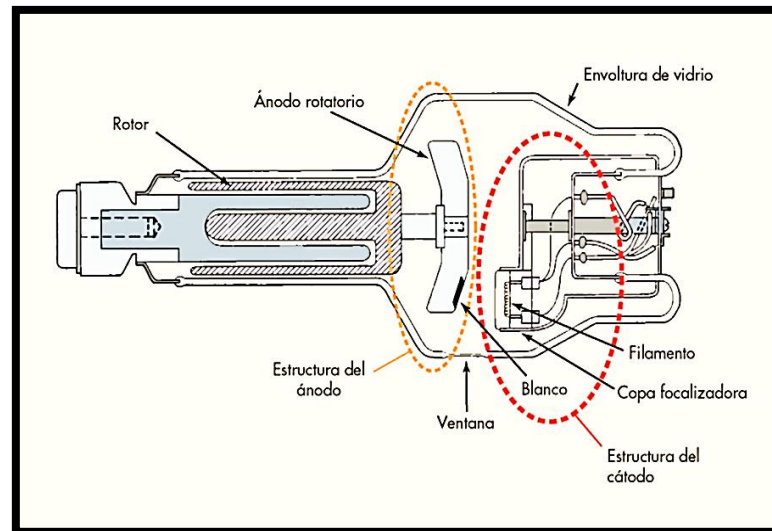


FIGURA 2.6. Esquema de tubo de rayos X. Imagen tomada de (79).

2.6.3. Producción del haz de rayos X

La principal función del sistema de imagen de RX es acelerar electrones desde el cátodo hacia el ánodo dentro del tubo. Los electrones que viajan desde cátodo al ánodo constituyen la corriente del tubo de RX y son denominados electrones proyectiles. Cuando estos impactan en el material blanco del ánodo, golpean los átomos pesados de dicho material, transfiriendo energía cinética a los átomos del elemento blanco. El electrón proyectil puede tener interacción con los electrones orbitales o con el campo nuclear de los átomos del blanco. Las interacciones producirán una transformación de la energía cinética de los electrones proyectiles a energía térmica (calor) y a energía electromagnética en forma de radiación infrarroja (calor) y radiación X (79).

De acuerdo a la interacción que ocurra entre el átomo blanco y el electrón proyectil la producción del haz de RX se pueden producir de dos formas distintas.

Rayos X característicos: Se forman cuando la interacción es lo suficientemente violenta como para ionizar el átomo blanco arrancado completamente un electrón de la capa interna, por lo que son emitidos cuando un electrón de la capa externa ocupa un hueco de la capa interna (Figura 2.7) (79).

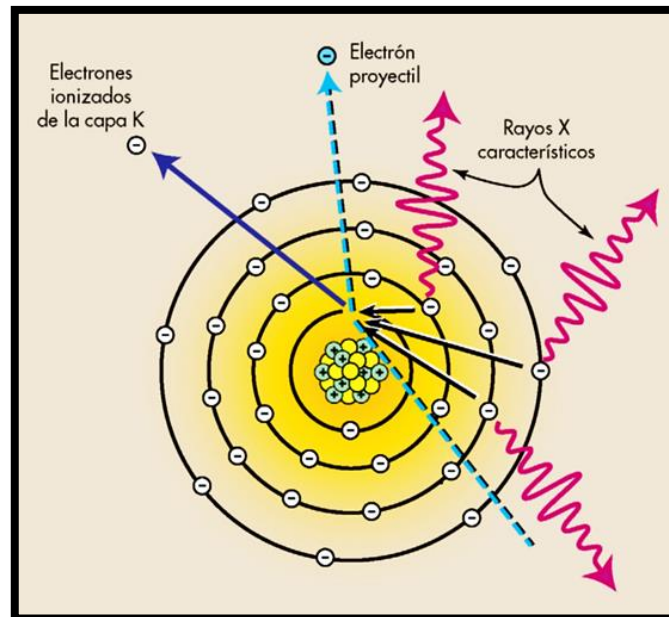


FIGURA 2.7. Radiación X característica. Se producen tras la ionización de un electrón de la capa K. Cuando un electrón de la capa externa ocupa la vacante de la capa K se emite un rayo X.

Imagen tomada de (79).

Radiación X de Bremsstrahlung o de Frenado: Se producen cuando un electrón proyectil evita los electrones orbitales de un átomo blanco pasando lo suficientemente cerca del campo electromagnético nuclear de este, de esta forma el electrón proyectil es detenido o frenado, cambia su trayectoria y disminuye su energía cinética. Esta pérdida de energía es traducida en forma de RX (Figura 2.8).

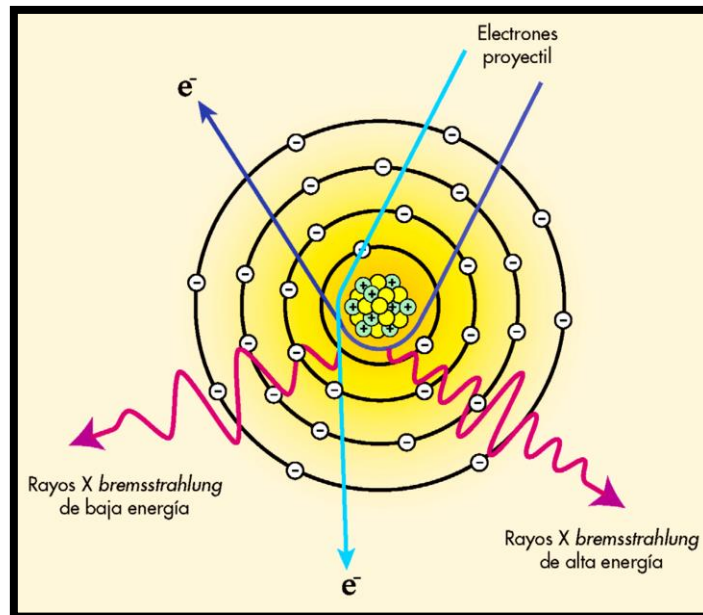


FIGURA 2.8. Radiación de Bremsstrahlung. Se producen por la interacción entre un electrón proyectil y el campo magnético nuclear del átomo blanco. El electrón se frena y su dirección cambia. Imagen tomada de (79).

2.6.4. Radiografía digital

Una vez que el haz de RX interacciona con el elemento a estudiar, un porcentaje del haz es absorbido por los tejidos, y el otro porcentaje de haz posee una alta energía que le permite atravesar la estructura y seguir su camino en dirección al receptor de imagen (RI). Este porcentaje de radiación recibe el nombre de radiación remanente.

En un comienzo se utilizaba un sistema analógico como RI para la obtención de imágenes radiográficas, en donde al salir del paciente los RX remanentes exponen la pantalla radiográfica intensificadora situada en el chasis. Esta pantalla emite luz, que a su vez expondrá a la película radiográfica creando una imagen latente en esta, la cual será revelada en un proceso químico para la obtención de la imagen médica final. Pero hoy en día la radiografía digital se ha vuelto más frecuente que la radiografía análoga, debido a que es más eficaz en tiempo de obtención, espacio y recurso humano requerido (79).

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

En inicios de la década de 1980 la digitalización fue introducida con el primer sistema comercial de obtención de imágenes de radiografía computarizada. Después de numerosas mejoras que fueron introducidas en la década siguiente, la RC ha alcanzado un nivel clínicamente aceptable y hoy es posible disfrutar de una amplia utilización. Actualmente se han desarrollado dos tecnologías: Radiografía Computarizada y Radiografía Digital (RD) propiamente tal.

La radiografía computarizada no utiliza una película radiográfica en un casete, sino que la radiación remanente impacta en una pantalla de almacenamiento de fósforo fotoestimulable, la cual formará la imagen latente al excitar los electrones para llegar a un estado metaestable de mayor energía. Esta imagen se volverá visible cuando los electrones metaestables sean liberados por un haz de luz láser que los estimula y, al volver a su estado basal los electrones emiten una luz con una longitud de onda más corta respecto a la intensidad del haz de RX. La señal de la luz emitida es digitalizada y reconstruida en una imagen médica.

Por otro lado, la RD corresponde a una tecnología moderna, la cual posee varios abordajes para producir radiografías digitales. La bibliografía apunta a que un sistema de obtención de RD debe contemplar un elemento de captura, elemento de acoplamiento y elemento de recogida. El elemento de captura tiene por objetivo atrapar los RX. El elemento de acoplamiento es el encargado de transportar la señal de los RX al elemento de recogida. Por último, el elemento de recogida puede ser un dispositivo de carga y acoplamiento (charge-coupled device) o fotodiodo elementos sensibles a la luz, que se encargan de recoger los fotones de luz (79).

Por tanto, la imagen final será formada a partir de señales eléctricas las cuales son traducidas como una representación bidimensional de un objeto a partir de una matriz numérica, cuya información se compone de números binarios. Si fuese posible hacer un acercamiento a la imagen se evidenciaría que está formada por pequeñas celdillas como puntos de imagen denominadas píxel. Se considera que, una vez obtenidas las imágenes, deben pasar por un proceso de mejoramiento, el cual incluye aplicación de algoritmos matemáticos que optimizan la calidad diagnóstica de la imagen médica.

2.6.5. Técnica radiográfica

La técnica radiográfica se describe frecuentemente como una mezcla de factores seleccionados en el panel de control del equipo de RX. Estos factores seleccionados corresponden a los “factores de exposición”, los cuales son herramientas que se utilizan para crear la radiografía de alta calidad. Muchas áreas diagnosticas por RX necesitan de técnicas y equipos especializados para la obtención de la información requerida, los cuales tienen por objetivo una visualización más clara de la estructura anatómica en estudio. Los principales factores de exposición son: kVp, mA, el tiempo de exposición en s y la distancia del RI a la fuente. De estos elementos los dos primeros son los más importantes ya que se relacionan con la calidad y cantidad de RX (79).

El kVp es considerado como el control primario de la calidad del haz de RX y, por tanto, de la penetrabilidad de este, en donde el haz de RX de mayor calidad es un haz de mayor energía y por consiguiente con más probabilidad de lograr penetrar la anatomía en estudio. Uno de los puntos más importantes es que el kVp controla la escala de contraste de la radiografía, ya que a medida que aumenta este factor, hay menor absorción diferencial, por lo que disminuiría el contraste en la imagen radiográfica (79).

El mA determinara el número de RX producidos y por tanto la cantidad de radiación emitida. Cuanto mayor sea el número de electrones que fluyen a través del tubo de RX, mayor será el número de RX producidos. Con un tiempo de exposición constante, los mA controlan la cantidad de RX y, por tanto, la dosis del paciente. La calidad de los RX se conserva fija al cambiar los mA (79).

El tiempo de exposición se mide en s y suele ser corto debido a que se intenta minimizar la pérdida de definición debido a movimiento del paciente durante la exploración. Se establece que la realización de una radiográfica implica exponer a la estructura en estudio a una determinada cantidad de radiación. Es por esta razón que cuando se disminuye el tiempo de exposición el factor mA debe aumentar de forma proporcional para lograr una intensidad de RX adecuada. Actualmente

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

mA y s son combinados de formas habituales y usadas como: mAs, no permitiendo la selección por separada de los factores de exposición (79).

El último factor de exposición corresponde a la distancia del RI a la fuente, donde la distancia afecta a la exposición del RI de acuerdo a la ley del cuadrado inverso, es decir, la intensidad de la energía (radiación) es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente de origen (79).

2.6.6. Calidad de imagen digital

El término calidad radiográfica alude a la veracidad con la que la imagen de RX representa a una estructura anatómica examinada. Si reproduce fielmente las estructuras y los tejidos se identifica como una radiografía de alta calidad (79). Las características más importantes en la calidad de una radiografía son: Contraste, brillo, resolución, índice de exposición, ruido, distorsión y artefactos.

- **Contraste:** se define como la discrepancia del brillo entre regiones claras y oscuras de la imagen médica. Se habla de resolución de contraste, como la capacidad del observador para diferenciar entre tejidos de una densidad hística similar. Se interviene en el procesado de los datos y en su post procesado por aplicación de algoritmos. Al igual que en RC, la radiación dispersa también causa efectos no deseados en la imagen.

- **Brillo:** corresponde a la cantidad de unidades de luz que está representadas en cada pixel de la radiografía en el visor de imágenes médicas. Se interviene mediante el software de procesado de datos, aplicando fórmulas matemáticas y determinados algoritmos.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

- Resolución: corresponde a la capacidad de un sistema de imágenes para resolver y crear en la imagen un objeto pequeño de gran contraste. Se ve afectada por factores como la geometría del sistema, tamaño del punto focal, el tamaño de la matriz y de píxel.

- Índice de exposición: Valor numérico que constituye la cantidad de exposición recibida por el elemento RI. Se ve afectado por factores como la intensidad de radiación, el kVp, la zona total del detector irradiado y los objetos sometidos a la exposición. Si su valor está bajo el nivel aceptado, es considerado como una imagen hipoexpuesta; si supera el valor de lo aceptado, se considera de hiperexpuesta.

- Ruido radiográfico: es la fluctuación aleatoria en la densidad óptica de la imagen. Distintos factores contribuyen al ruido radiográfico, incluidos algunos que están bajo el control del tecnólogo médico. En la imagen digital el ruido se ve relacionado con la proporción entre señal y ruido. Esta fluctuación limita la resolución de contraste, por tanto, es importante lograr una relación señal ruido máxima posible.

- Distorsión: La magnificación desigual de diferentes partes en un mismo objeto se denomina distorsión y puede interferir en el diagnóstico. Hay tres condiciones que contribuyen a la distorsión de imagen: el grosor del objeto, su posición y su forma.

- Artefactos: Son densidades ópticas no deseadas o defectos en una imagen médica. La identificación de los artefactos es fundamental para el control de calidad, donde la causa de este debe ser eliminada para prevenir la aparición repetida del mismo problema.

Una ventaja fundamental de la adquisición digital en la imagen médica es la capacidad de manipularla antes (pre procesado) o después (post procesado) de representarla. Los dos procedimientos alteran el aspecto de la imagen, generalmente con el objetivo de mejorar su calidad. Con las radiografías convencionales, lo que se ve es lo que se obtiene. No se puede extraer más información que lo que se ve en la imagen (79).

2.6.7. Posicionamiento radiográfico

La radiografía es una imagen que representa la parte anatómica de un paciente. Son originadas producto del efecto que tienen los RX sobre el RI. La exploración radiográfica de un individuo incluye 5 pasos generales:

- Posicionar la parte del cuerpo (donde se encuentra la estructura objetivo) y alinear el RI con el rayo central.
- Seleccionar las medidas de protección radiológica.
- Seleccionar una técnica radiológica adecuada (factores de exposición).
- Entrega de instrucción al paciente, al inicio, durante y fin de la exploración.
- Procesamiento del RI.

Para la visualización radiográfica, como norma estándar hay que considerar que el paciente esté frente al explorador en posición anatómica, la cual es entendida como una posición de referencia, permitiendo definir planos específicos del cuerpo. Corresponde a un individuo en bipedestación con brazos en aducción, palmas hacia adelante, con manos y pies mirando al frente (80). Los términos de posición radiológica que describen los ángulos del rayo central entre partes del cuerpo se relacionan con planos imaginarios que lo atraviesan en posición anatómica (Figura 2.9). Dentro de los planos más importantes encontramos el plano sagital definido como cualquier eje longitudinal que divida el cuerpo en las partes derecha e izquierda. Cualquier plano paralelo a este se denomina plano sagital. El plano frontal también denominado coronal, es cualquier plano longitudinal que divida el cuerpo en partes anterior y posterior. Cualquier perspectiva paralela a este se denomina plano coronal. El tercer plano corresponde al horizontal, transversal o axial. Es cualquier eje transversal que pase a través del cuerpo formando ángulo recto con el plano longitudinal, dividiendo el cuerpo en superior e inferior. El último plano corresponde al oblicuo, el cual se define como cualquier plano longitudinal o transversal, que posea cierta inclinación, y que no sea paralelo al eje frontal u horizontal (80).

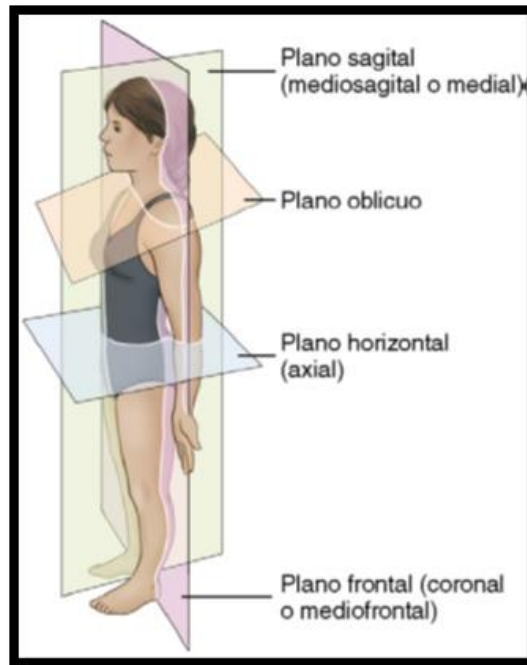


FIGURA 2.9. Esquema de planos del cuerpo. Imagen tomada de (80).

2.6.8. Proyecciones radiológicas

La proyección radiológica es un término de posición que describe la trayectoria del rayo central del haz de RX a medida que atraviesa al elemento en estudio y proyecta la imagen médica en el RI. Dentro de las proyecciones radiológicas las más frecuentes son: La proyección AP, posteroanterior (PA) y LAT.

En la proyección AP el rayo central sigue una dirección anteroposterior, es decir, entra por la superficie anterior y sale por la superficie posterior. En esta proyección el rayo central es perpendicular al plan coronal y paralelo al plano sagital.

Se denomina proyección PA cuando el rayo central sigue una dirección posteroanterior, es decir, entra por la zona posterior y sale por la zona anterior. En esta proyección el rayo central es perpendicular al plano coronal y paralelo al plano sagital.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

En la proyección LAT la dirección del rayo central está determinada por los lados medial y lateral, considerando al paciente en posición anatómica (80).

En Radiología, el término del posicionamiento se usa generalmente para establecer las posiciones generales que adoptan las estructuras del cuerpo. Las más conocidas son supino donde el paciente está acostado sobre la espalda, mirando hacia arriba, y prono donde el paciente está acostado sobre el abdomen, mirando hacia abajo (la cabeza puede estar girada a un lado). Otra forma de posicionamiento alude a la parte del cuerpo más cercana al RI, o por la superficie en la que se apoya el paciente (80).

En el caso de la posición LAT, son posiciones específicas descritas por la parte situada más cerca del RI. La posición LAT estricta exigen la formación de un ángulo de 90° con la proyección AP o PA (80).

En un estudio radiográfico estándar las proyecciones realizadas con mayor frecuencia en pacientes se definen como proyecciones básicas o de rutina. Existen dos principios generales para entender las razones por las que un número mínimo de proyecciones son básicas o de rutina para diversas exploraciones radiológicas. La primera razón indica la realización de un mínimo de dos proyecciones (a 90° entre sí), ya que busca evitar la superposición de estructuras anatómicas (algunos procesos patológicos pueden no ser visibles en una sola proyección), permite la determinación de la alineación de las fracturas y la localización de lesiones o cuerpos extraños.

La segunda apunta a que se deben realizar al menos tres proyecciones cuando en la zona de estudio hay articulaciones, ya que en estos casos se necesita mayor información que la obtenida en sólo dos proyecciones.

La importancia de la colocación de la estructura debe quedar clara, ya que en general los posicionamientos no adecuados pasaran a llevar factores de calidad importantes como lo son los factores geométricos. El no conocimiento y aplicación de estos factores pueden llevar al Tecnólogo Médico a realizar un posicionamiento erróneo de la estructura en estudio y, de esta

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

forma se podrían evaluar imágenes médicas que lleven a errores diagnósticos. Dentro de los factores geométricos encontramos:

- **Magnificación:** Todas las imágenes en una radiografía se visualizan más grandes que el objeto que representan. Esta característica se conoce como magnificación, la cual considera el factor de magnificación distancia del RI a la fuente, dividido por distancia entre la fuente y el objeto. Para la mayoría de las imágenes médicas de calidad diagnóstica, se debe mantener la menor magnificación posible.
- **Distorsión:** La magnificación desigual de diferentes partes en un mismo objeto se llama distorsión de forma y disminuye la calidad de imagen radiográfica. La distorsión depende del grosor, posición y la forma del objeto. Los objetos gruesos sufren mayor distorsión que los objetos finos. Con respecto a la posición del objeto, si el plano del objeto y el plano de la imagen no son paralelos, aparece distorsión.
- **Desenfoque del punto focal:** Hasta ahora, la exposición de los factores geométricos que afectan a la calidad radiográfica ha asumido que los RX se emiten desde una fuente puntual. De hecho, el desenfoque del punto focal se produce porque esta zona no es realmente un punto.

Es considerado el factor más importante a la hora de determinar la resolución espacial, en donde se debe tomar en cuenta que este factor geométrico es más pequeño en el lado del ánodo y más grande en el lado del cátodo. En consecuencia, las imágenes más cercanas al lado del cátodo en una radiografía tienen un desenfoque más grande y una peor resolución espacial que las situadas en el lado del ánodo. Esto es clínicamente significativo cuando se utilizan tubos de RX con pequeños ángulos de blanco a distancias del RI a la fuente cortas (80)

2.1.1 Proyección y posicionamiento de la tibia

El estudio de la tibia se ajusta al estudio radiográfico de la pierna, el cual generalmente recurre a la utilización de una proyección AP y una proyección LAT. Ambas proyecciones implican la misma técnica con un tamaño del RI de 35x43 cm, dividido de forma longitudinal. Requieren una distancia fuente-RI de 100 cm. El intervalo de kVp se sitúa entre 60 ± 5 kVp. El mAs es de magnitud 6.

En la proyección AP, en la mayoría de los adultos la pierna debe estar colocada diagonalmente. El rayo central va perpendicular al RI, dirigido a la parte media de la pierna. Los principales criterios radiológicos para evaluar la imagen médica que implican las estructuras mostradas, se debe cumplir que se incluya la totalidad de la tibia y el peroné, con las articulaciones del tobillo y de la rodilla mostradas en un RI (en caso de que sea necesario). Se evaluará como una correcta posición si la tibia aparece sin rotación, es decir, cuando los cóndilos femorales y tibiales aparecen de perfil, con la eminencia intercondílea centrada en el interior de la fosa intercondílea (Figura 2.10).

El contraste también debe ser suficiente para visualizar las partes blandas y las marcas trabeculares óseas en ambos extremos de la tibia (80).

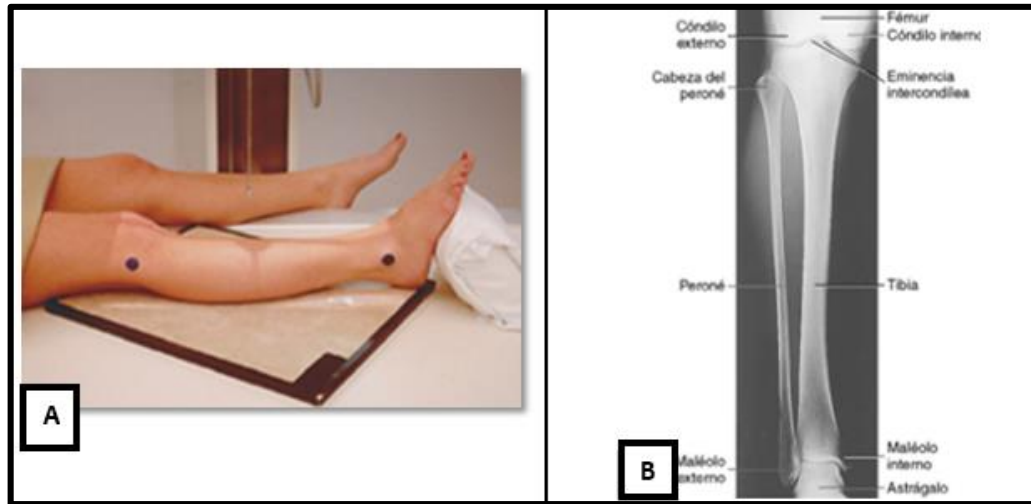


FIGURA 2.10. *Proyección AP de la pierna. A. Posición anatómica para proyección AP de la pierna. B. RX AP de la pierna. Imágenes tomadas de (80)*

Para el posicionamiento de la proyección LAT se debe flexionar la rodilla unos 45° y asegurarse de que la pierna está en una posición LAT verdadera (el plano de la rótula debe ser perpendicular al RI). Al igual que en la proyección AP el rayo central debe ir perpendicular al RI, dirigido a la parte media de la pierna. Con respecto a los criterios radiológicos hay que considerar que debe quedar incluida la totalidad de la tibia y del peroné, con las articulaciones del tobillo y de la rodilla incluidas en el RI. Para evaluar el posicionamiento hay que considerar que una proyección LAT verdadera de la tibia y del peroné sin rotación muestra la tuberosidad tibial en perfil, una porción de la cabeza proximal del peroné superpuesta por la tibia y contornos de la parte distal del peroné a través de la mitad posterior de la tibia (Figura 2.11). Para evaluar la exposición se menciona que una buena densidad de exposición sin movimiento permite observar las marcas trabeculares y bordes nítidos de la totalidad de la tibia y del peroné (80).

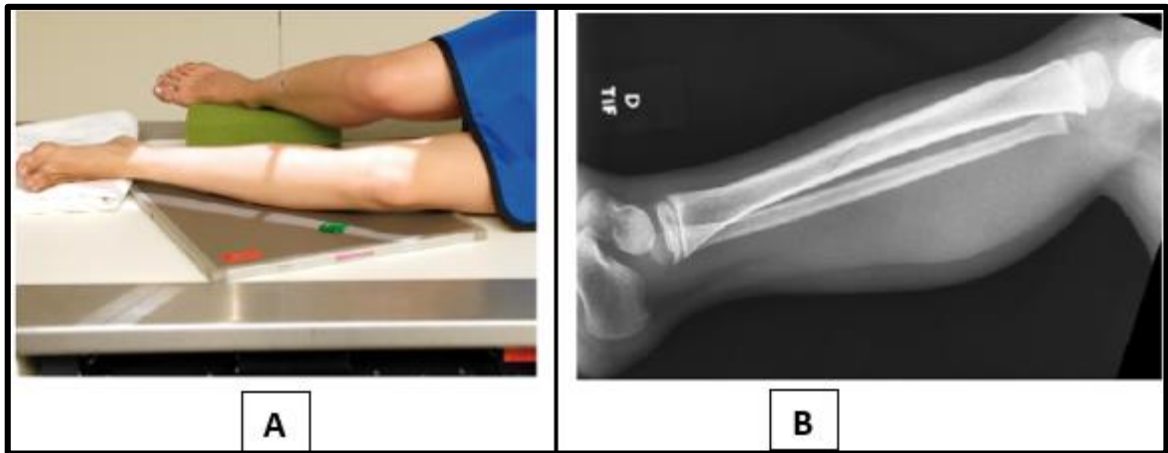


FIGURA 2.11. Proyección LAT de la pierna. A. Posicionamiento LAT de la pierna. B. RX lateral de la pierna. Obsérvese la fractura espiral. Imágenes tomadas de (80).

2.7. ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS

2.7.1. Área de estudio: cuenca media del río Aconcagua

El valle del Aconcagua se ubica aproximadamente a 80 kilómetros al norte de la ciudad de Santiago, perteneciente a la V región de Chile, considerándose el valle transversal más extenso del país. Este valle se configura a partir de cuatro unidades geomorfológicas básicas: Cordillera de Los Andes, Cordillera de la Costa, valles fluviales delimitadas por los cordones montañosos de ambas cordilleras y por último las planicies costeras que configuran el relieve litoral (81).

Si bien este valle es suministrado por diferentes recursos hídricos, es el río Aconcagua la principal unidad hidrológica, formando una cuenca de 7.163 km², con una extensión de 142 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el litoral, recorriendo el valle de Este a Oeste (81). Nace en la precordillera Andina a 1.430 mt de altura, de la confluencia de los ríos Juncal y Blanco. En la cuenca de San Felipe se le une el río Putaendo y antes de su desembocadura en Concón se le une el estero Limache. Su régimen es mixto, nival y pluvial, por lo que presenta crecidas en primavera-verano producto de los deshielos cordilleranos y en invierno por las precipitaciones (82).

Gracias a los diferentes tipos de relieves y espacios geográficos que se encuentran a lo largo del recorrido del Aconcagua es posible dividir su cuenca en tres sectores: la cuenca superior, media e inferior.

En la cuenca superior, el río Aconcagua recibe el aporte hídrico principalmente del estero Pocuro, y del río Putaendo, este último da origen a una cuenca del mismo nombre caracterizada por ser una unidad geomorfológica independiente del Aconcagua orientada de Norte a Sur.

La cuenca media del Río Aconcagua (Figura 2.12) corresponde de Este a Oeste desde la ciudad Los Andes hasta el sector Lo Venecia-Queronque (cercañas de Limache). En este sector

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

se producen ensanches que dan origen a valles como Catemu y Quillota, donde se vuelven a recibir aportes hidrológicos, provenientes del estero Quilpué y Catemu (18,21,81).

Finalmente, la cuenca inferior comprende al tramo Concón-Tabolango (18). Ésta corresponde al sector litoral y la desembocadura del Aconcagua (81).

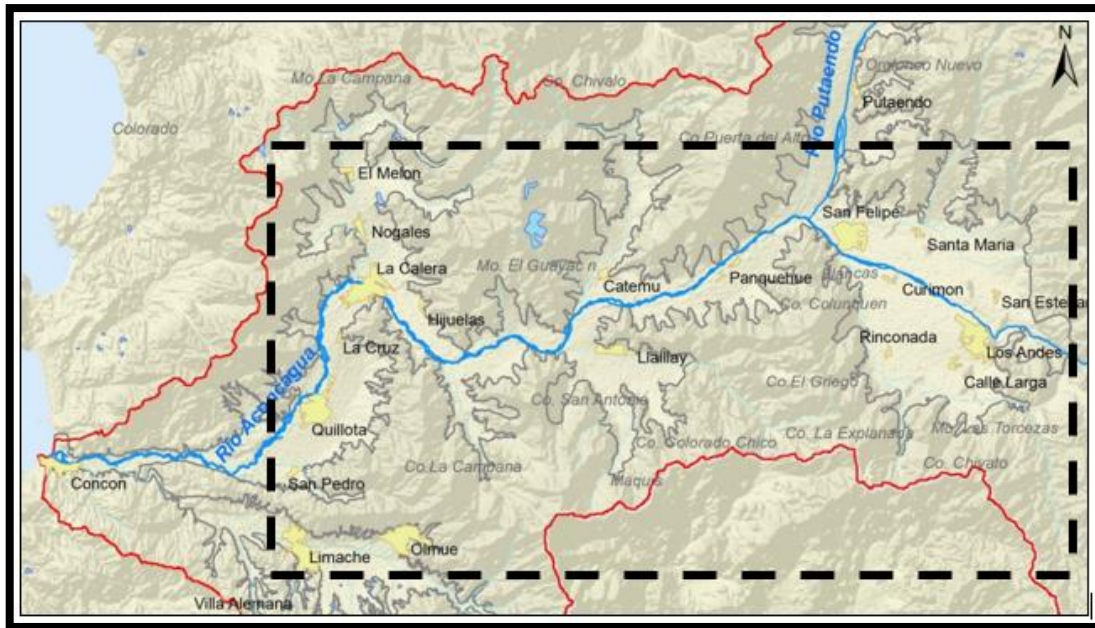


FIGURA 2.12. Mapa de los rasgos geográficos con identificación de las principales ciudades del área de estudio. Rectángulo negro identifica el curso medio del río Aconcagua. Imagen tomada de (83).

En cuanto al clima de la cuenca media del Río Aconcagua, predomina uno templado de tipo mediterráneo, siendo su característica principal la presencia de una estación seca prolongada y un invierno marcado (84).

Por efectos del relieve de la zona, en el sector centro de la cuenca media, se presentan áreas de mayor sequedad y menor recuento de precipitaciones con respecto a las otras áreas. Sin

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

embargo, los valores registrados de precipitación son mayores durante las temporadas invernales específicamente durante los meses de junio, julio y agosto (84).

Las características del clima favorecen la presencia de las siguientes comunidades vegetales: Matorral Esclerófilo Andino presente en la zona alta del río y el Matorral Espinoso de las Serranías (21). El primer tipo de flora se compone por especies de hojas duras y brillantes presentes en lugares más húmedos, como los fondos de las quebradas y laderas de umbría. Mientras que el segundo tipo está compuesto por especies que pueden soportar un largo periodo de sequía anual desde el punto de vista botánico, en donde se distinguen varias especies de arbusto (Figura 2.13) (21,81,84,85). Por otra parte, la fauna asociada a esta región está compuesta por mamíferos, reptiles, batracios y aves (21,81,85).



FIGURA 2.13. Fotografía que muestra el curso medio del río Aconcagua. Se observa el paisaje del Valle del Aconcagua caracterizado por su vegetación de tipo arbustiva. Imagen tomada de (86).

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

Cabe destacar que todos los ecosistemas presentes en la zona se han visto fuertemente impactados por la importante presencia humana, no solo afectando a las especies animales, sino también a los vegetales. Todo esto ha llevado a que en la actualidad la estepa de espinos haya alcanzado un gran predominio en el ecosistema local, mostrando una situación diferente a la que se habría presentado en tiempos prehispanos (81).

2.7.2. Contexto histórico

Gracias a la ubicación estratégica, el valle del Aconcagua funcionó como una zona de frontera, de tránsito y de contacto entre las culturas del Norte Semiárido y de la Zona Central (18), por lo que ha sido siempre un lugar interesante para el poblamiento humano, así lo confirma la presencia de varios sitios arqueológicos prehispánicos que datan del Período Alfarero (18).

El Período Alfarero se extiende desde el 300 a.C. hasta la llegada de los españoles en 1.536 d.C. (18). Este proceso se articula por la incorporación de dos nuevas tecnologías, la alfarería y los cultivos, que caracterizan un modo de vida distinto del que presentaron los cazadores recolectores del Período Arcaico, quienes habitaron este territorio por más de 11.000 años (21,87,88). Por lo anterior, es considerado un periodo complicado debido a su extensión temporal y variabilidad cultural. Para facilitar su estudio y comprensión se subdivide en tres periodos: Temprano, Intermedio Tardío y Tardío u horizonte Inka (Figura 2.14).

- Periodo Alfarero Temprano (PAT): Comprende una extensa etapa que abarca desde el 300 a.C. al 1.000 d.C., sus inicios están determinados por la presencia de la alfarería, registrándose las primeras evidencias en la manufactura de cerámica en Chile Central (88,89). En este periodo la consolidación de las innovaciones culturales en las comunidades de la zona central del país evidenciaran dos grupos, el Complejo Cultural Bato y el Complejo Cultural Llolleo (18,20), que si bien comparten algunos rasgos generales de su cultura material son entidades relativamente independientes, formándose en la región un panorama sociocultural diverso (90).

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

- Período Intermedio Tardío (PIT): Comprende a la etapa que abarca aproximadamente desde el 1.000 d.C. al 1.400 d.C. Durante este periodo la sociedad mejor conocida corresponde a la Cultura Aconcagua (19,91), caracterizada por unidades sociales más grandes que las del periodo anterior que podrían tener algún grado de integración política y que serían más dependientes de la producción agrícola, aunque requerían de animales silvestres para el aprovisionamiento de carne (90).
- Período Tardío u Horizonte Inka (PT): Comprende una etapa que va desde el 1.400 d.C. hasta su final que coincide con la llegada de los españoles al territorio en 1.536 d.C. Este periodo se define por la presencia del Tawantinsuyu, caracterizado por el ingreso a Chile central. Se identifican nuevas formas y decoraciones cerámicas relacionadas con la alfaría inkaica, así como variaciones de los patrones de entierro, que dan cuenta de la presencia de influencias Diaguitas-Inkaicas en la zona (81).

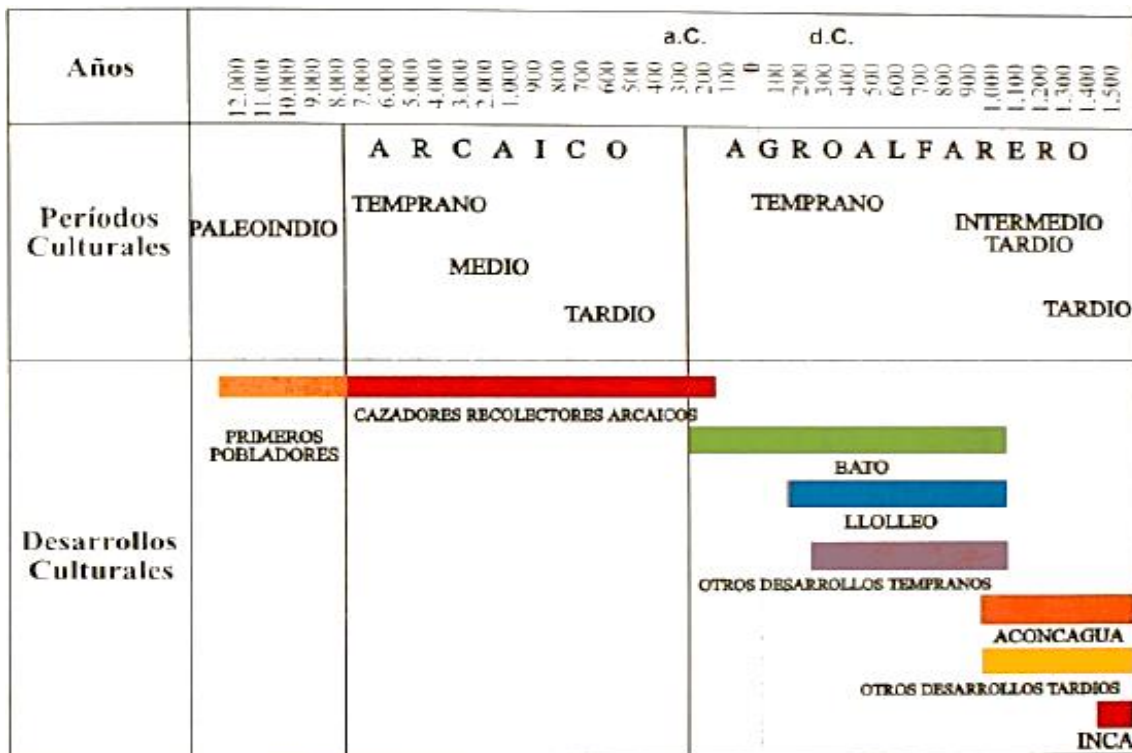


FIGURA 2.14. Secuencia cronológica y cultural de Chile central. Imagen tomada de (19).

2.7.3. Periodo intermedio tardío (1.000 d.C. – 1.400 d.C.)

El PIT se extiende aproximadamente desde el 1.000 d.C. hasta el 1.400 d.C. (91). Los múltiples cambios de esta época posiblemente fueron resultado de la llegada de nuevas poblaciones al territorio o bien una transformación radical de los modos de vida y creencias de las poblaciones locales (19). Ávalos y Saunier (2011) sugieren que el cambio climático en este periodo, más seco y caluroso, habría ocasionado la unión de las comunidades Bato y Lollole hacia fines del PAT (18). Cualquiera sea la razón de estos cambios, la sociedad cultural presente en este periodo es el Complejo Cultural Aconcagua (19,21,91).

Los primeros hallazgos con fines investigativos en esta zona, pertenecientes al PIT, se realizaron a fines del siglo XIX por F. Fonck y J. Medina (92,93) y a principios del siglo XX por A. Oyarzún, R. Latchman y G. Looser (94–96), siendo la base para los estudios posteriores. Estos últimos se basaron en la cultura material cerámica para denominar a esta cultura como “Negro sobre Naranja” (97) y luego, la Tradición “Aconcagua Salmón” (98). Una década más tarde se nombró finalmente como, el Complejo Cultural Aconcagua (99), llevando este nombre a causa del lugar donde se encontraron los primeros materiales característicos de los habitantes prehispánicos del PIT (25).

Los Aconcagua presentan una delimitación espacial bien definida, comprende por el norte el valle del Aconcagua, específicamente la zona del río La Ligua; por el sur el valle del río Cachapoal; al este la precordillera, no superando los 1.000-1.500 metros sobre el nivel del mar y al oeste, el borde litoral (9). Los asentamientos ubicados en el valle eran de carácter permanente y complejo, no así aquellos grupos ubicados en la precordillera y la costa las que eran semipermanentes dada la extracción de recursos específicos (19).

En cuanto a su sistema sociopolítico, los grupos Aconcagua eran similares a la sociedad Mapuche, donde sus asentamientos domésticos eran visibles, orientados a familias nucleares y/o extensas cumpliendo la función de habitación, almacenaje y cocina. Las familias estaban basadas

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

principalmente en los sistemas de parentesco, cuya organización política no estaba estructurada y no iba más allá del padre de familia o jefe de algún linaje (19).

El complejo cultural Aconcagua se ha caracterizado como poblaciones horticultoras, complementada con caza, recolección vegetal y animal, accediendo por lo general a recursos disponibles cercanos a sus caseríos (100–102). Se han descrito cuatro principales cultígenos domesticados: maíz (*Zea mays*), poroto (*Phaesolus* sp), quínoa (*Chenopodium quinoa*) y zapallo (*Cucúrbita* sp). En conjunto con la horticultura, se ha observado el uso de camélidos como recurso alimenticio y materia prima. Además, en sitios costeros se han registrado restos de moluscos, peces, aves marinas, lobos marinos y camélidos (101). Si bien se presentan las mismas especies que en el PAT se han encontrado restos de quínoa y maíz de mayor tamaño, lo que refleja un mayor manejo de estos productos, sumado a un aumento del consumo intensivo del maíz, demostrado a través de los análisis de isótopos estables (100).

De acuerdo a los análisis de indicadores músculo-esqueléticos y enfermedad degenerativa articular, entre individuos Aconcagua se observan patologías osteoarticulares, particularmente osteoartritis y osteofitos, que sugerirían un modo de vida físicamente demandante, además de desplazamiento por terreno irregular y carga de peso. En cuanto al estudio de los indicadores dentales, estos presentan un desgaste leve y una mayor prevalencia de caries, asociados al cambio de modo de vida, propio de la producción de alimentos y al aumento de consumo de carbohidratos como el maíz (18).

Una característica importante es la cerámica donde cobra gran valor en la identidad de la Cultura Aconcagua (Figura 2.15). Se sugiere que los alfareros poseían un alto grado de especialización, destacando la tonalidad salmón o anaranjada, acompañada de materias colorantes como el hierro y el cobre que proporcionan los colores negro y rojo. Se han definido cuatro tipos cerámicos principales: Aconcagua Salmón, Aconcagua Rojo Engobado, Tricromo Engobado y Aconcagua Pardo Alisado (103).

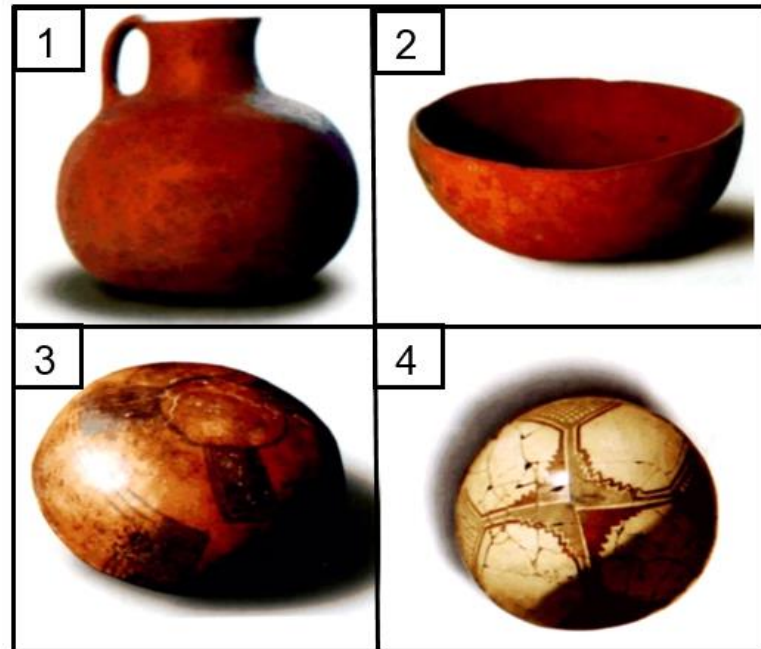


FIGURA 2.15. Cultura material del PIT. Asignadas al Complejo Cultural Aconcagua. 1. Jarro rojo engobado. Colección Museo Nacional de Historia Natural. 2. Escudilla. Colección Museo Nacional de Historia Natural. 3. Escudilla salmón con trinacrio. Colección Museo Nacional de Historia Natural. 4. Escudilla tricromo engobado. Colección Museo Arqueológico de los Andes. Imágenes tomadas de (19).

En relación con la funebria la población del PIT tiene un aspecto característico, que es la forma de depositar los cuerpos en posición extendida, ya sea decúbito dorsal, ventral o lateral, con ofrenda cerámica completa bajo túmulos o ancuvías (Figura 2.16), los cuales se encuentran separados de los lugares de residencia, que tiene que ver con un cambio social entendiendo la muerte como un hecho de connotación especial, diferente a la vida y no como una etapa más de ella (18,19); presentando un patrón de orientación de los cuerpos hacia el noreste en relación a los puntos cardinales (103). También se establecen relaciones entre el tipo y cantidad de ofrendas, sector del cementerio y el sexo del individuo, como por ejemplo el cementerio de ancuvías en Lampa (cercano a Santiago), donde fue posible establecer que las ancuvías de mayor tamaño, colectivas y con más ofrendas se ubicaban en el lado Este, mientras que en el sector Oeste se

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

ubicaban las ancuvñias de menor tamaño, individuales y con menor cantidad de ofrenda, pertenecientes a individuos femeninos, niños o adultos mayores (19).

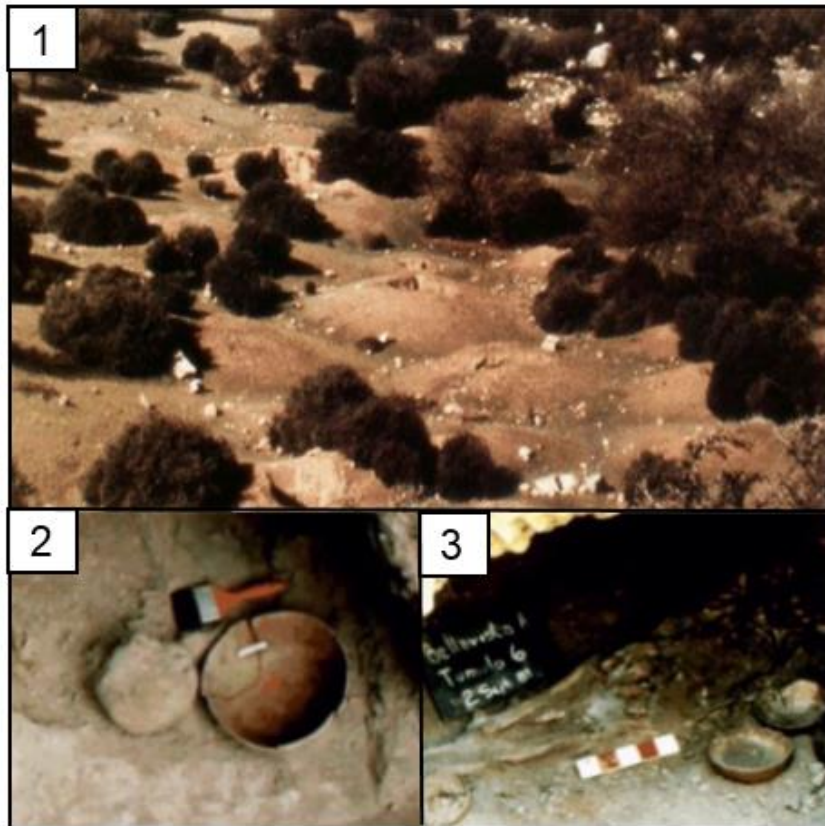


FIGURA 2.16. Cultura fúnebre del PIT. Asignada al Complejo Cultural Aconcagua. 1. Cementerio de túmulos, San Felipe. 2. Vasija como ofrenda funeraria. 3. Cámara funeraria bajo túmulo. Imágenes tomadas de (19).

Por otro lado, en el PIT se establecen las relaciones Diaguita-Aconcagua, con una data anterior a los Inkas. Esto es avalado por el descubrimiento de un cementerio en la Escuela de Placilla donde se encontró material perteneciente al contexto Aconcagua y Diaguita, estableciendo puntos de contacto y enfrentamiento, coincidente con el hallazgo de una alta cantidad de proyectiles lo que sugiere un aumento de la violencia intergrupala (Figura 2.17). Adicionalmente se encontraron

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

vasijas del cuarto estilo (Figura 2.18), reconocidas de igual manera como manifestaciones diaguitas preinkaicas (18,104–106).

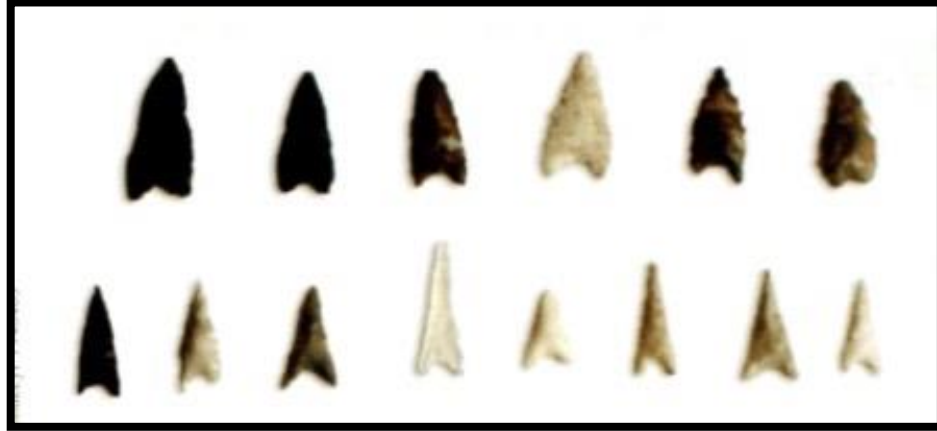


FIGURA 2.17. Cultura material del PIT. 1. Proyectiles, puntas de flechas de 2 a 3 cms. Imagen tomada de (19).



FIGURA 2.18. Cultura material del PIT. 1. Escudilla Diaguita, encontrada en Putaendo. 2. Escudilla Aconcagua con influencia Inka, decoración Estrellada. Colección Museo Nacional de Historia Natural. Imágenes tomadas de (19).

CAPÍTULO 3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Existen diferencias en la cuantificación de Líneas de Harris entre la utilización de la proyección radiológica anteroposterior versus la proyección radiológica lateral en restos humanos esqueletizados prehispanicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota?

3.2. HIPOTESIS

Existen diferencias estadísticas en la cuantificación de Líneas de Harris al utilizar la proyección radiológica anteroposterior versus la proyección radiológica lateral en restos humanos esqueletizados prehispanicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota, ya que la proyección lateral de tibia evalúa la misma estructura desde otra perspectiva, permitiendo entregar información valiosa para la detección de Líneas de Harris.

CAPÍTULO 4 OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la cuantificación de Líneas de Harris al utilizar la proyección radiológica anteroposterior versus la proyección radiológica lateral en restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características demográficas (sexo y edad) de los restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota.

- Describir las características radiológicas (número, ubicación mitad proximal y ubicación mitad distal) de las Líneas de Harris en la proyección anteroposterior de tibia en restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota; identificadas a través del software ("Harris Lines detection and Analysis Tool").

- Describir las características radiológicas (número, ubicación mitad proximal y ubicación mitad distal) de las Líneas de Harris en la proyección lateral de tibia en restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota; identificadas a través

CAPÍTULO 4 OBJETIVOS

de observación directa de la radiografía por un profesional capacitado, perteneciente al equipo de Médicos Radiólogos del HSMQ.

- Comparar estadísticamente el número de Líneas de Harris en restos humanos esqueletizados prehispánicos de la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso, que pertenecen a la colección del Museo Histórico Arqueológico de Quillota; entre la proyección anteroposterior y la proyección lateral.

CAPÍTULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. TIPO DE ESTUDIO

Es un estudio observacional de tipo analítico, ya que se va a observar y registrar, donde no habrá intervención por parte de los investigadores, estableciendo relaciones entre las variables número de Líneas de Harris total en la proyección anteroposterior y promedio del número de líneas de Harris total en la proyección lateral.

5.2. MUESTRA

La muestra constituye 19 tibias completas e incompletas de 15 individuos de la población prehispánica fechadas en el PIT (tabla 5.1), específicamente del Complejo Cultural Aconcagua, encontradas en la cuenca media del río Aconcagua, en la región de Valparaíso. Todas pertenecientes a la colección del MHAQ, rescatadas en los sitios arqueológicos Fundo Esmeralda y Estadio de Quillota (Figura 5.1).

Hay que destacar que la muestra a estudiar está siendo utilizada por la bioarqueóloga Srta. Jaime Swift que realiza su doctorado en la Universidad de Oxford.



FIGURA 5.1. Mapa con la ubicación de los sitios Arqueológicos. 1.- Estadio de Quillota. 2.- Fundo Esmeralda. Tomada de Google Earth.

CAPÍTULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS

TABLA 5.0.1 Caracterización demográfica y macroscópica de la muestra.

INDIVIDUOS	NUMERO DE INVENTARIO	SEXO	EDAD	TIBIA	ESTADO DE TIBIA	SITIOS
1	1504	M	25-30	Derecha	Completa	Fundo Esmeralda
2	1504	M	25-30	Izquierda	Completa	Fundo Esmeralda
3	1512	M	30-35	Izquierda	Completa	Fundo Esmeralda
4	2514	F	35-50	Izquierda	Completa	Estadio de Quillota
5	2523	NI	NI	Derecha	Completa	Estadio de Quillota
6	2536	NI	12-18	Izquierda	Completa	Estadio de Quillota
7	2562	F	18-20	Izquierda	Fragmentada	Estadio de Quillota
8	2564	M	25-28	Izquierda	Completa	Estadio de Quillota
9	2578	M	25-28	Izquierda	Fragmentada	Estadio de Quillota
10	2582	M	40-44	Derecha	Extremo Proximal	Estadio de Quillota
11	2582	M	40-44	Izquierda	Extremo Distal	Estadio de Quillota
12	2566	F	30-34	Derecha	Fragmentada	Estadio de Quillota
13	2589	F	25-28	Izquierda	Completa	Estadio de Quillota
14	2587	NI	NI	Derecha	Fragmentada	Estadio de Quillota
15	2587	NI	NI	Izquierda	Fragmentada	Estadio de Quillota
16	2595	F	30-34	Derecha	Completa	Estadio de Quillota
17	2595	F	30-34	Izquierda	Completa	Estadio de Quillota
18	2599	F	20-24	Derecha	Completa	Estadio de Quillota
19	2613	F	49-55	Derecha	Completa	Estadio de Quillota

* NI: No identificado.

5.2.1. Sitio arqueológico Estadio de Quillota

El Estadio Municipal de Quillota se encuentra ubicado entre las calles Yungay, Pinto, Arauco y Bulnes de la ciudad. En 1936 los terrenos fueron comprados por la Municipalidad de Quillota y en 1940 se comenzó la construcción de la piscina y las canchas de fútbol (18).

En diciembre de 1955, mientras se realizaban las excavaciones para la construcción del estadio los trabajadores encontraron en la zona las primeras muestras líticas, objetos de cerámica y restos óseos pertenecientes a un cementerio indígena. Posteriormente integrantes de la Sociedad de Arqueología e Historia de Viña del Mar consiguieron el permiso de la municipalidad de Quillota y de los contratistas e hicieron un nuevo rescate donde recuperaron abundante material, además de 12 tumbas intactas (18).

Al transcurrir el tiempo, ya sea por excavaciones con intereses arqueológicos u otros fines, en las calles aledañas como Arauco o en el mismo Estadio de Quillota se han encontrado múltiples muestras arqueológicas. Además, en el año 2009 el H. Ávalos y G. Carmona, participan de una licitación que tenía como objetivo rescatar el sitio arqueológico que se encontraba en el estadio, el cual se iba a demoler para construir un nuevo complejo deportivo. Se ejecutaron etapas de sondeo y rescate en el sitio, en donde inicialmente se había definido 36 m² para excavar, pero que más tarde finalizó con la excavación de una superficie de 175.74 m² dada a la existencia de contextos funerarios completos. Posterior a esa campaña se continuó con la construcción del nuevo estadio con monitoreo arqueológico constante ante el descubrimiento de nuevas tumbas. Con el transcurso de los meses cuando los hallazgos sumaban 120 aproximadamente el equipo de arqueología es sacado de forma abrupta del proyecto, con la mayoría de las excavaciones de las fundaciones abiertas (18). Posteriormente, se involucra otro equipo arqueológico, a cargo de A. Didier y J. Baeza, quienes terminan de rescatar los cuerpos ubicados que cancha. Actualmente en el Museo, se encuentran todos los contextos arqueológicos rescatados por el segundo equipo, y esa zona analizados en este estudio.

CAPÍTULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS

Finalmente, el trabajo de ambos equipos logró rescatar alrededor de 100 contextos funerarios (Figura 5.2), en su mayoría de la Cultura Aconcagua en su fase inicial y en su fase de dominación Inka, recuperándose además más de 80 vasijas que constituían parte de la ofrenda que acompañaba a los restos óseos. Los resultados de estas excavaciones sólo confirman lo que ya se sabe desde 1959 y que tantas veces el MHAQ ha explicado al municipio: “el estadio de Quillota es el sitio arqueológico más grande de la comuna y uno de los más importantes para la arqueología de Chile central” (18).

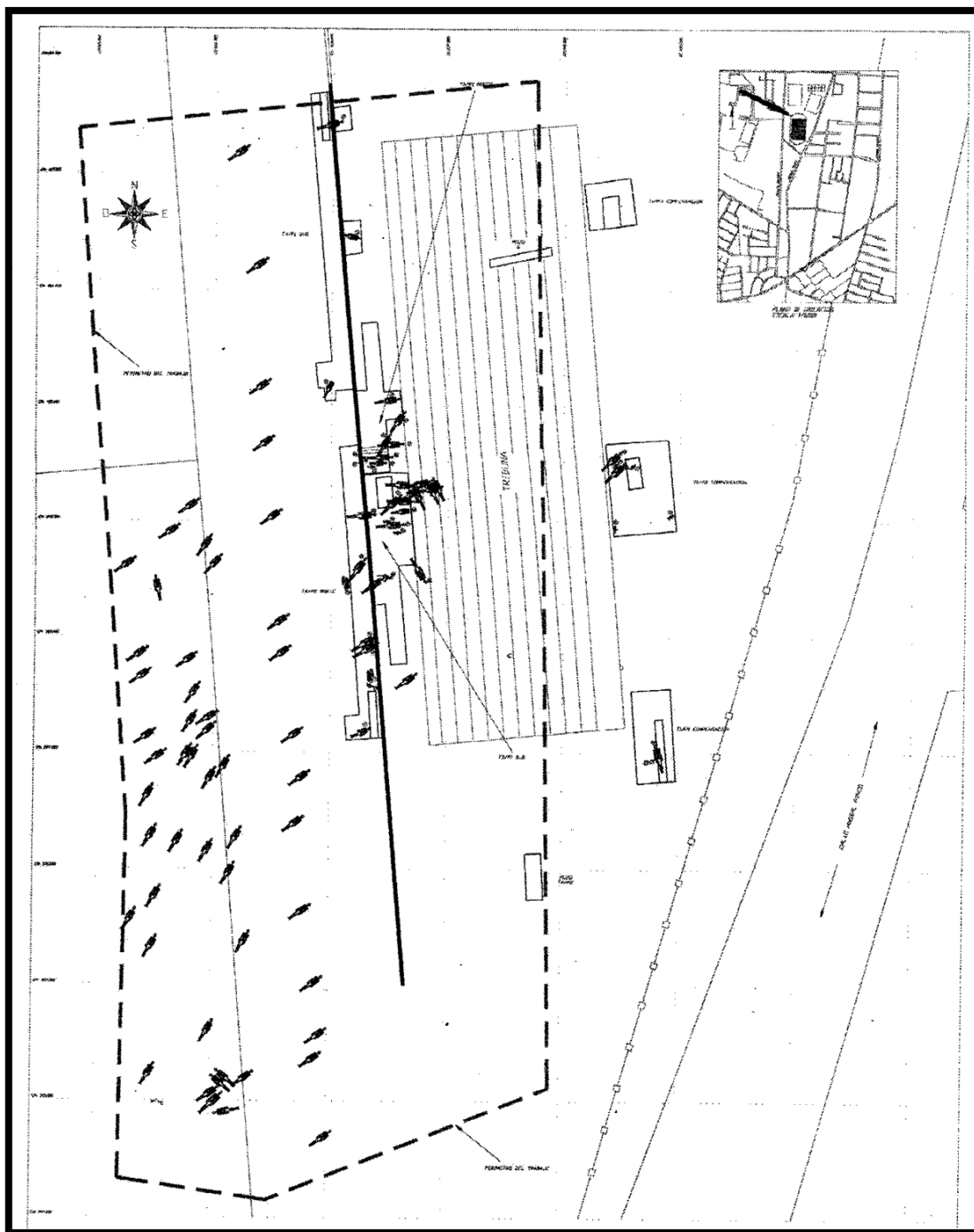


FIGURA 5.2. Plano topográfico que muestra la distribución de las tumbas (esqueletos) en el sitio arqueológico Estadio de Quillota. Cabe destacar que el plano es confeccionado con información recopilada cuando los hallazgos llegaban a 70 aproximadamente.

Tomado de (18).

5.2.2. Sitio arqueológico Fundo Esmeralda

El sitio Fundo Esmeralda se ubica en el fundo homónimo, en la localidad de San Pedro, a unos 4 km Sur-Oeste de la ciudad de Quillota, emplazado en tierras que son destinadas al uso agrícola (107).

En septiembre de 2001 el propietario del sitio Fundo Esmeralda realizó una ampliación en el canal de regadío, el cual dejó al descubierto a una profundidad de 50 cm. los restos óseos de 4 esqueletos humanos. Seguidamente se realizaron diferentes campañas de salvataje por parte del MHAQ, donde se pudo distinguir dos contextos funerarios y habitacionales (18).

A partir del rescate de 9 esqueletos y 22 vasijas (Figura 5.3) como parte de sus respectivas ofrendas cerámicas, se distinguió un componente de ocupación adscrito al PAT, donde se lograron establecer tres enterratorios del Complejo Cultural Llolleo, y una segunda ocupación correspondiente al PIT, específicamente enterratorios de la Cultura Aconcagua (18).



FIGURA 5.3. Plano topográfico que muestra la distribución de las tumbas (esqueletos) en el sitio arqueológico Fundo Esmeralda. Tomado de (18).

5.3. MUESTREO

Es de tipo no probabilístico por conveniencia.

5.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

5.4.1. Criterios de inclusión

- Restos humanos esqueletizados que fueron encontrados en sitios de la cuenca media del río Aconcagua, pertenecientes al Período intermedio Tardío.
- Restos humanos esqueletizados que pertenecen a la colección del MHAQ.
- Restos humanos esqueletizados bien preservadas, con al menos un 50% de integridad estimada perteneciente a la base de datos de la bioarqueóloga Srta. Jaime Swift, “Skeletons from MHAQ which were x-rayed” (ANEXO A)

5.4.2. Criterios de exclusión

- Quedarán fuera de este estudio aquellos restos óseos cuyas tibias presentaron al análisis macroscópico fracturas que imposibilitaban el estudio de las LH, defectos corticales, tumores, signos de osteomielitis o daño tafonómico severo.

5.5. VARIABLES

1. Sexo: Se define como el sexo que presenta el individuo estudiado, que puede ser masculino, femenino o no identificado. Corresponde a una variable cualitativa nominal.
2. Edad: Se define como la edad al morir del individuo estudiado, se clasificaron 5 rangos de edad: < 18 años, 18-25 años, 26-33 años, > 33 años y edad no identificada. Corresponde a una variable cuantitativa discreta.
3. Número de Líneas de Harris en la mitad proximal de la tibia en la proyección AP: La LH se define como una línea radiopaca paralela a la fisis que es visible a simple vista en la imagen radiológica, se encuentra al menos del 30% de la diáfisis en donde su orientación es predominantemente transversal. Esta variable indica la cantidad de LH ubicadas en la mitad proximal de la tibia en la radiografía AP. Es definida como "Prox_AP", y corresponde a una variable cuantitativa discreta de razón.
4. Número de Líneas de Harris en la mitad distal de la tibia en la proyección AP: Es una variable que indica la cantidad de LH ubicadas en la mitad distal de la tibia en la radiografía AP. Es definida como "Dis_AP", y corresponde a una variable cuantitativa discreta de razón.
5. Número de Líneas de Harris total en la proyección AP de tibia: Es una variable que indica la cantidad total de LH ubicadas en la radiografía AP. Es definida como "Total_AP", y corresponde a una variable cuantitativa discreta de razón.
6. Número de Líneas de Harris en la mitad proximal de la tibia en la proyección LAT: Es una variable que indica la cantidad de LH ubicadas en la mitad proximal de la tibia en la radiografía LAT contabilizadas por cada uno de los tres Médicos Radiólogos del Hospital San Martín de Quillota, identificados como observador 1, 2 y 3. Es definida como "Prox_LAT", y corresponde a una variable cuantitativa discreta de razón.

CAPÍTULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS

7. Número de Líneas de Harris en la mitad distal de la tibia en la proyección LAT: Es una variable que indica la cantidad de LH ubicadas en la mitad distal de la tibia en la radiografía LAT contabilizadas por cada uno de los tres Médicos Radiólogos del Hospital San Martín de Quillota, identificados como observador 1, 2 y 3. Es definida como "Dis_LAT", y corresponde a una variable cuantitativa discreta de razón.

8. Número de Líneas de Harris total en la proyección LAT de tibia: Es una variable que indica la cantidad total de LH ubicadas en la radiografía LAT de tibia contabilizadas por cada uno de los tres Médicos Radiólogos del Hospital San Martín de Quillota, identificados como observador 1, 2 y 3. Es definida como "Total_LAT", y corresponde a una variable cuantitativa discreta de razón.

9. Promedio del número de Líneas de Harris en la mitad proximal de la tibia en la proyección LAT: Es una variable que indica el promedio de la cantidad de LH ubicadas en la mitad proximal de la tibia en la radiografía LAT contabilizadas por los tres Médicos Radiólogos del Hospital San Martín de Quillota. Es definida como "Prom_Prox_LAT", y corresponde a una variable cuantitativa continua de razón.

10. Promedio del número de Líneas de Harris en la mitad distal de la tibia en la proyección LAT: Es una variable que indica promedio de la cantidad de LH ubicadas en la mitad distal de la tibia en la radiografía LAT contabilizadas por los tres Médicos Radiólogos del Hospital San Martín de Quillota. Es definida como "Prom_Dis_LAT", y corresponde a una variable cuantitativa continua de razón.

11. Promedio del número de Líneas de Harris total en la proyección LAT de tibia: Es una variable que indica el promedio de la cantidad total de LH ubicadas en la radiografía LAT de tibia contabilizadas por los tres Médicos Radiólogos del Hospital San Martín de Quillota. Es definida como "Prom_Total_LAT", y corresponde a una variable cuantitativa continua de razón.

5.6. FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los restos óseos fueron seleccionados por la Antropóloga Física Srta. Violeta Abarca encargada del área de Bioantropología en el MHAQ, según los criterios de inclusión y exclusión. Posterior a la autorización de la directora del museo y al llenado del “Protocolo de extracción de muestras bioantropológicas” del MHAQ (ANEXO B).

Las muestras esqueléticas fueron embaladas y transportadas bajo la supervisión de la Antropóloga Física Srta. Violeta Abarca, la Tecnólogo Médico Srta. Camila Aedo y el grupo de tesis, siguiendo los protocolos impuestos por el MHAQ, hacia el servicio de RX del HSMQ, donde se realizó la toma radiográfica. Se utilizó un equipo digital indirecto denominado “RX Digestivo Philips Modelo Easy Diagnost”, RI 35x43 para las tibias completas y RI 18x24 para tibias con rasgos de fractura. Se tomaron radiografías a las 19 tibias que componen la muestra en posición AP, en donde el rayo central entra perpendicular al plano frontal y paralelo al plano sagital, y en posición LAT en donde la muestra se movió en un ángulo de 90° con respecto a la proyección AP en el equipo de RX, que en muchos casos se consiguió mediante el uso de aditamentos radiolúcidos para evitar los artefactos en la imagen. Se usó una distancia de 110 cm y una técnica radiográfica definida en el momento de forma empírica para obtener una adecuada calidad de imagen, sacando un promedio de los valores de exposición de 45 kVp y 4,5 mAs, obteniendo imágenes digitales en formato DICOM.

Para asegurar la protección de los restos óseos y cuidar la bioseguridad de los implementos del hospital, la manipulación de los RHE se realizó con el uso de delantal clínico y guantes. Asimismo, el RI fue cubierto con bolsas plásticas las cuales fueron desechadas al momento de finalizar la toma radiográfica. Finalmente se limpió con alcohol todo lo utilizado.

Se prosiguió con la visualización de las radiografías AP y a la detección de LH por medio del software de distribución gratuita "Harris Lines Detection and Analysis Tool" (ANEXO C) (29). Y para las radiografías LAT se realizó una capacitación para el equipo de Médicos Radiólogos pertenecientes al HSMQ, conformado por la Dra. Paulina González, Dr. Fernando

CAPÍTULO 5 MATERIALES Y MÉTODOS

Avilés, y Dr. Ricardo Wilhelm, quienes contribuyeron con el conteo y detección de LH en dicha proyección (ANEXO D). Los criterios seleccionados en el software e impuestos al equipo de Médicos Radiólogos para la detección de las LH fueron los siguientes: debe ser una línea radiopaca visualizada a simple vista en la radiografía de tibia, que la línea tenga una orientación predominantemente transversal y que se extienda por los menos a más del 30% del ancho diafisario.

Para responder a la pregunta de investigación se procede a realizar una combinación del test de hipótesis estadístico, en donde se calculó la suma total de cada uno de los observadores que cuantifican las LH y el promedio de los tres en la proyección LAT, versus la proyección AP. Para esto se utilizó el software estadístico “R Project” el cual es de libre distribución. Se estableció la diferencia de las medianas del recuento de LH entre ambas proyecciones, tanto para la mitad proximal y distal, como para el recuento total, por medio de la prueba de la suma de rangos con signo de Wilcoxon, utilizando un nivel de significación de 0,05 para asegurar la confiabilidad del estudio. Finalmente se realizó la comparación entre ambos abordajes radiográficos.

La descripción cultural, fechado y sexo del material bioantropológico se obtuvo gracias a la facilitación de dicha información por parte del MHAQ.

5.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para la realización de la tesis se tomaron en cuenta las normas éticas, morales y legales con la protección del patrimonio histórico y cultural de nuestro país. Se consideró la ley n° 17.288 de Monumentos Nacionales, que estima los RHE como un monumento nacional bajo protección del Estado (108), al igual que la Ley Indígena, n° 19.253, específicamente el Título IV, De la Cultura y Educación Indígena, Párrafo I, Del Reconocimiento, Respeto y Protección de las Culturas Indígenas, que protege el patrimonio arqueológico, cultural e histórico indígena (109). También se tuvo presente el Código Deontológico del Consejo Internacional de Museos, que constituye las normas mínimas de conducta y práctica profesional para los museos y su personal, teniendo en cuenta los principios aceptados por la comunidad museística internacional (110). Finalmente, se cumplirán además todas las normas y protocolos impuestos por el Servicio de Imagenología del HSMQ y por el MHAQ como llevar a cabo el “Protocolo de extracción de muestras bioantropologías del MHAQ” y la aprobación del proyecto de investigación.

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

6.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

Para el siguiente estudio se contó con 19 muestras (tibias) de 15 individuos diferentes, en donde se identificaron en cada uno de estos las variables descriptivas de sexo y edad, representadas en la tabla 6.1:

TABLA 6.1. *Caracterización demográfica (sexo y edad) de la muestra.*

IDENTIFICACIÓN	SEXO	RANGOS DE EDADES (AÑOS)
1504	M	26-33
1512	M	26-33
2514	F	>33
2523	NI	NI
2536	NI	<18
2562	F	18-25
2564	M	26-33
2578	M	26-33
2582	M	>33
2566	F	26-33
2589	F	26-33
2587	NI	NI
2595	F	26-33
2599	F	18-25
2613	F	>33

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

A continuación, se describen de manera gráfica el número de muestras para cada una de las variables descritas anteriormente:

GRÁFICO 6.1. Número de tibias por sexo.

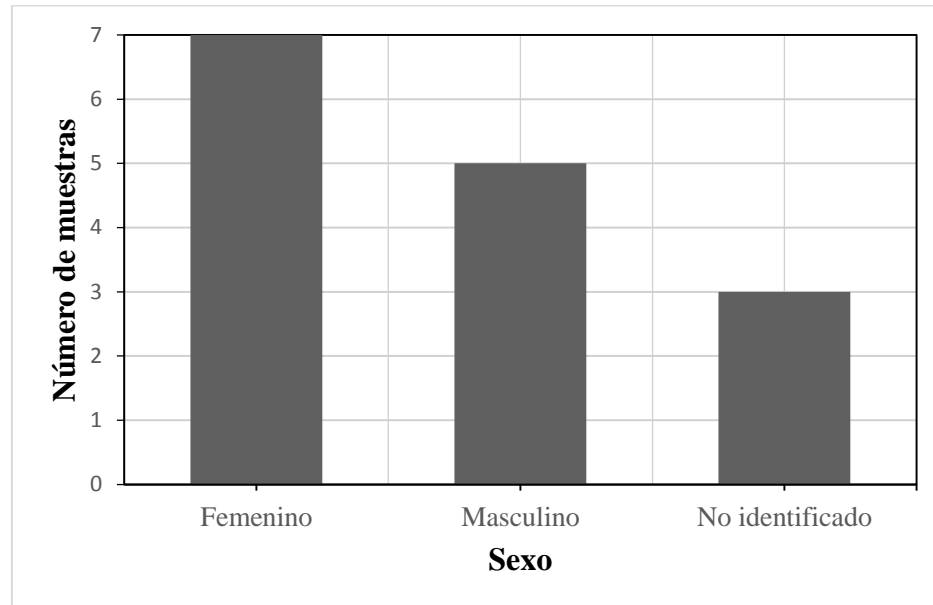
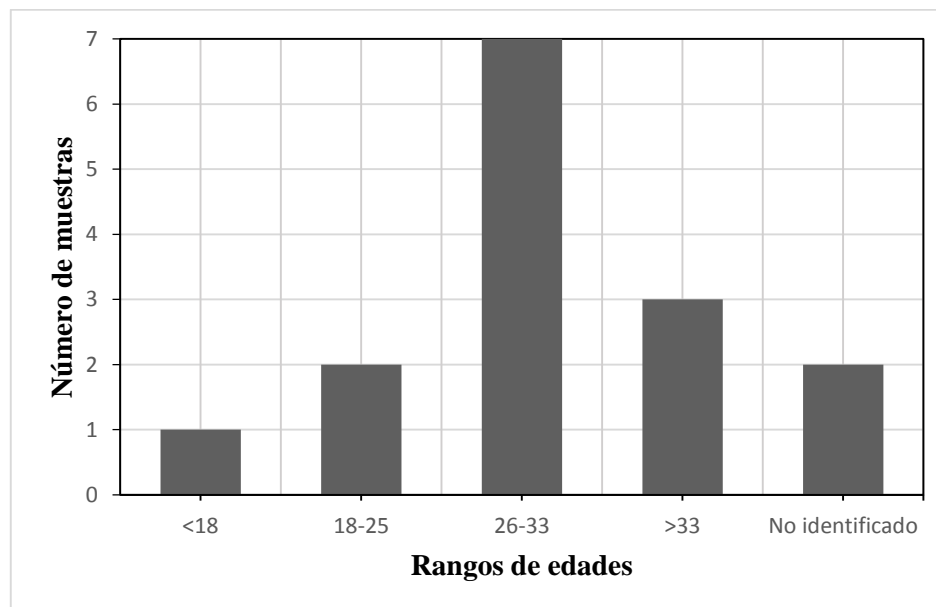


GRÁFICO 6.2. Número de tibias según el rango de la edad en que se encuentran.



6.2. CARACTERISTICAS RADIOLOGICAS DE LAS LÍNEAS DE HARRIS

A partir de la detección y conteo de LH se realizó un análisis exploratorio y descriptivo en un formato Excel con los datos recolectados.

6.2.1. Detección de las líneas de Harris en la proyección anteroposterior

A continuación, se observa a modo de ejemplo una de las imágenes radiológicas obtenidas, junto con el análisis radiográfico del software "Harris Lines Detection and Analysis Tool".

Del individuo 1504 (Figura 6.1), en la proyección AP el software detecta 1 LH en el extremo distal de la tibia, en cambio al análisis visual directo en la proyección LAT el observador 1 contabiliza 3 LH en la mitad distal, el observador 2 contabiliza 3 LH en la mitad distal y el observador 3 contabiliza 0 LH, dando un promedio de los tres observadores en la proyección LAT de 2 LH.

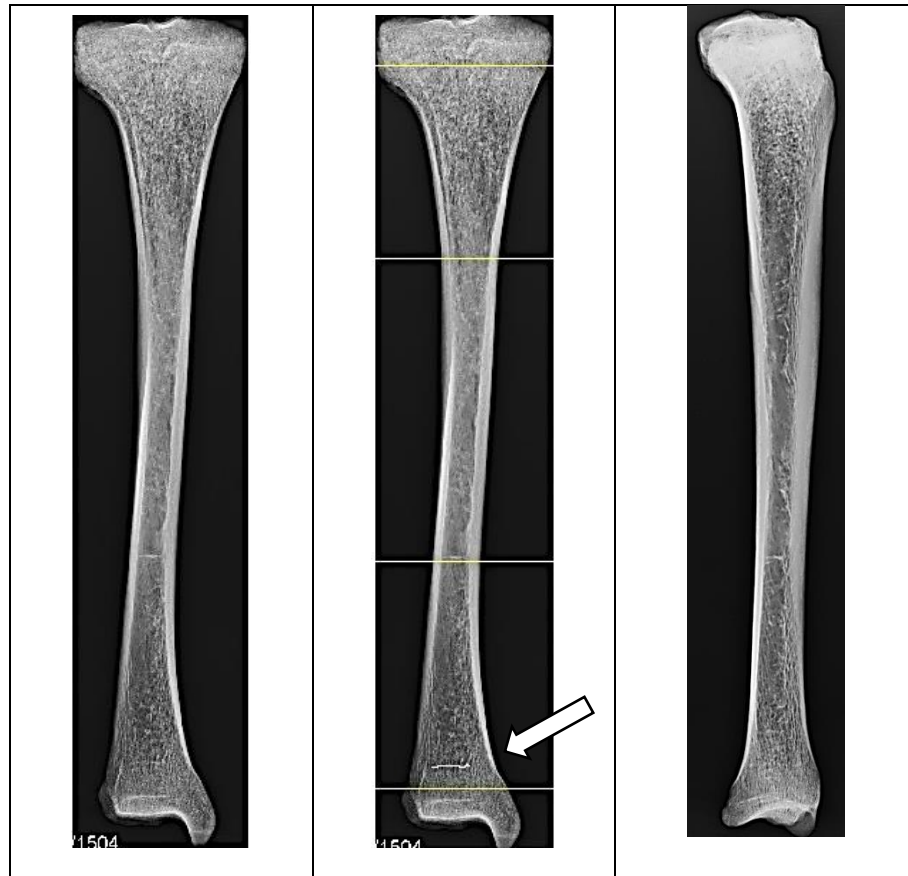


FIGURA 6.1. Tibia derecha con LH pertenecientes al PIT. Imagen de la izquierda radiografía AP, imagen del centro post análisis del software de la radiografía AP e imagen de la derecha radiografía LAT. Individuo 1504 del sitio Fundo Esmeralda. Flecha blanca indica la LH.

A partir de la detección y conteo de las LH en la proyección AP a través del software “Harris Lines Detection and Analysis Tool”, en la tabla 6.2 se despliegan los siguientes resultados:

TABLA 6.2. Conteo de LH para de las variables correspondientes a la proyección anteroposterior.

INDIVIDUO	IDENTIFICACIÓN	Prox_AP	Dis_AP	Total_AP
1	1504	0	1	1
2	1504	0	0	0
3	1512	0	1	1
4	2514	1	2	3
5	2523	0	1	1
6	2536	0	0	0
7	2562	0	1	1
8	2564	0	0	0
9	2578	0	0	0
10	2582	1	0	1
11	2582	0	0	0
12	2566	0	0	0
13	2589	0	1	1
14	2587	0	0	0
15	2587	1	2	3
16	2595	0	0	0
17	2595	0	0	0
18	2599	0	0	0
19	2613	0	0	0

6.2.2. Detección de las líneas de Harris en la proyección lateral

A partir de la detección y conteo de las LH en la proyección LAT por medio de la visualización directa por parte de los 3 observadores, en la tabla 6.3 se despliegan los siguientes resultados:

TABLA 6.3. Conteo de LH para de las variables correspondientes a la proyección lateral.

INDIVIDUO	IDENTIFICACIÓN	Prox_LAT1	Dis_LAT1	Total_LAT1	Prox_LAT2	Dis_LAT2	Total_LAT2	Prox_LAT3	Dis_LAT3	Total_LAT3
1	1504	0	3	3	0	3	3	0	0	0
2	1504	2	2	4	2	2	4	0	0	0
3	1512	0	4	4	0	2	2	0	2	2
4	2514	3	6	9	3	3	6	3	0	3
5	2523	0	7	7	0	4	4	0	3	3
6	2536	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2562	2	3	5	4	4	8	0	0	0
8	2564	0	0	0	0	1	1	0	0	0
9	2578	0	0	0	0	1	1	0	0	0
10	2582	3	0	3	1	0	1	0	0	0
11	2582	0	1	1	0	0	0	0	0	0
12	2566	0	0	0	0	1	1	0	0	0
13	2589	0	5	5	0	1	1	0	0	0
14	2587	2	6	8	3	4	7	0	2	2
15	2587	1	3	4	1	0	1	2	0	2
16	2595	0	1	1	0	0	0	0	0	0
17	2595	0	0	0	1	1	2	0	0	0
18	2599	0	1	1	0	1	1	0	1	1
19	2613	0	0	0	0	1	1	0	0	0

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

A partir del promedio en la detección y conteo de las LH de los 3 observadores en la proyección LAT, en la tabla 6.4 se despliegan los siguientes resultados:

TABLA 6.4. Promedios para las variables correspondientes a la proyección lateral.

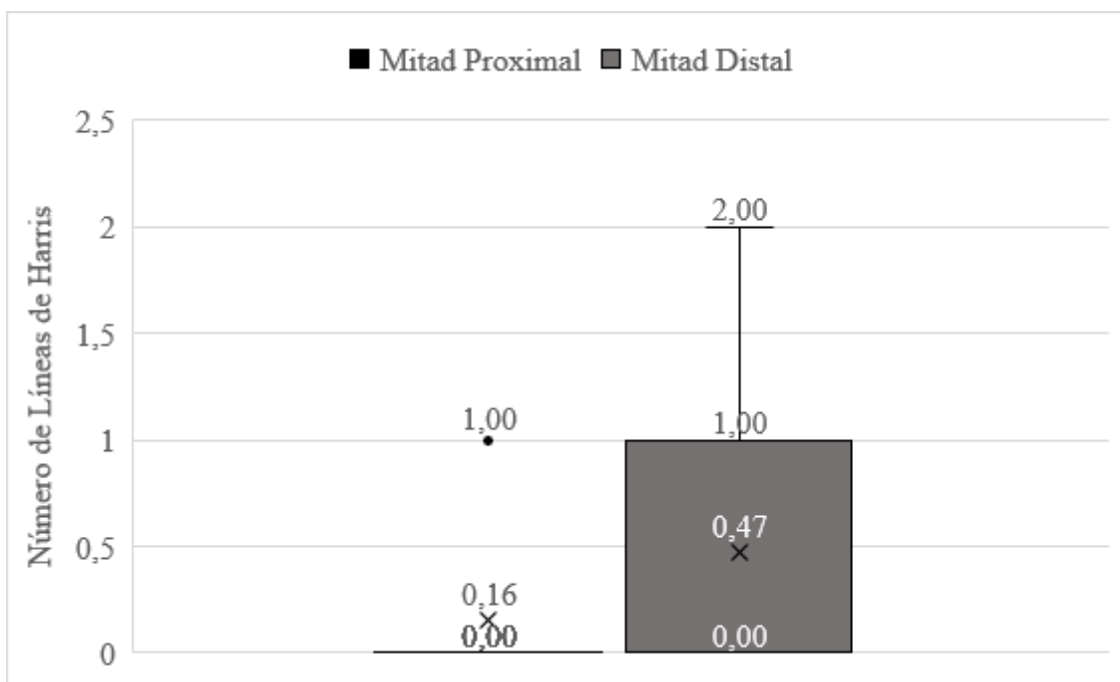
INDIVIDUO	IDENTIFICACIÓN	Prom_Prox_LAT	Prom_Dis_LAT	Prom_total_LAT
1	1504	0,00	2,00	2,00
2	1504	1,33	1,33	2,67
3	1512	0,00	2,67	2,67
4	2514	3,00	3,00	6,00
5	2523	0,00	4,67	4,67
6	2536	0,00	0,00	0,00
7	2562	2,00	2,33	4,33
8	2564	0,00	0,33	0,33
9	2578	0,00	0,33	0,33
10	2582	1,33	0,00	1,33
11	2582	0,00	0,33	0,33
12	2566	0,00	0,33	0,33
13	2589	0,00	2,00	2,00
14	2587	1,67	4,00	5,67
15	2587	1,33	1,00	2,33
16	2595	0,00	0,33	0,33
17	2595	0,33	0,33	0,67
18	2599	0,00	1,00	1,00
19	2613	0,00	0,33	0,33

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

6.2.3. Análisis según la ubicación de las líneas de Harris

Se describe de manera gráfica (gráfico 6.3 y gráfico 6.4) el número de muestras para cada una de las variables cuantitativas que representan el número de LH promedio, visualizadas según su ubicación en la mitad distal y proximal, tanto en la proyección frontal como en la lateral.

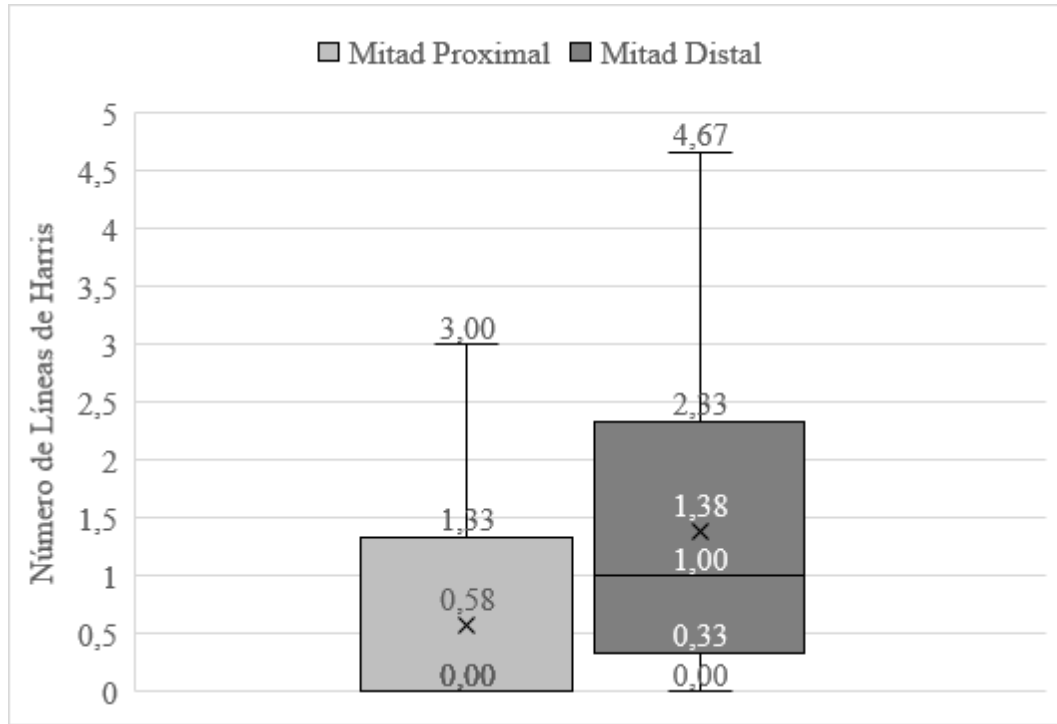
GRAFICO. 6.3. *Gráfico de caja y bigotes de la cuantificación de LH en la proyección AP con respecto a la mitad proximal y distal de tibia.*



Se puede observar en los gráficos 6.3 que en la proyección AP se logra visualizar mayor número de LH en la mitad distal de la tibia sobre la proximal. En la mitad proximal el valor máximo de LH es 1 siendo un valor atípico ya que es numéricamente es distante del resto de los datos, el número mínimo es 0, la mediana es 0 y el promedio es 0,16. En la mitad distal el valor máximo de LH es 2, el número mínimo es 0, la mediana es 0 y el promedio es 0,47.

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

GRAFICO. 6.4. *Gráfico de caja y bigotes de la cuantificación de LH en la proyección LAT con respecto a la mitad proximal y distal de tibia.*



Se puede observar en los gráficos 6.4 que en la proyección LAT se logra visualizar mayor número de LH en la mitad distal de la tibia sobre la proximal. En la mitad proximal el valor máximo de LH es 3, el número mínimo es 0, la mediana es 0 y el promedio es 0,58. En la mitad distal el valor máximo de LH es 4,67, el número mínimo es 0, la mediana es 1 y el promedio es 1,38.

6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A continuación se presentan el análisis estadístico por medio de la prueba de la suma de rangos con signo de Wilcoxon, utilizando un nivel de significación de 0,05 para asegurar la confiabilidad del estudio.

TABLA 6.5 *Valores del Test estadístico versus valor -p .*

TEST ESTADÍSTICO →	LH de la Proyección Anteroposterior vs. LH de la Proyección Lateral observador 1.	LH de la Proyección Anteroposterior vs. LH de la Proyección Lateral observador 2.	LH de la Proyección Anteroposterior vs. LH de la Proyección Lateral observador 3.	LH de la Proyección Anteroposterior vs. Promedio LH de la Proyección Lateral.
Valor -p	0.001618	0.0009858	0.04858	0.0002007

Si existen diferencias estadísticamente significativas en el número de LH detectadas mediante la proyección AP respecto al número de LH detectadas mediante la proyección LAT, con una probabilidad de error menor o igual al 5%.

A partir de la tabla 6.7 se puede establecer que en cada uno de los test estadísticos se obtuvo un valor $-p < 0.05$, siendo el que más se acerca a este valor el test de LH de la Proyección AP versus LH de la Proyección LAT del observador 3, ya que los valores de cuantificación son más coincidentes.

De esta forma es posible establecer que al examinar LH con la proyección LAT es posible obtener un mayor conteo de LH versus la proyección AP.

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue comparar la diferencia en la cuantificación de LH en RHE prehispanicos de la cuenca media del río Aconcagua, que pertenecen a la colección del MHAQ, al utilizar la proyección radiológica AP versus la proyección radiológica LAT.

Este objetivo nace a raíz de las diferencias dicotómicas encontradas principalmente en los trabajos de investigación realizados por A. Scott y R. Hoppa en el año 2014 denominado “A Re-evaluation of the Impact of Radiographic Guidance on the Identification and Interpretation of Harris Lines”, donde se establece que la proyección LAT de tibia puede entregar información valiosa para la detección de LH, proponiendo que se visualiza mayor cantidad de LH que en la proyección AP, debido a que se evalúa desde otra perspectiva la misma estructura (28). No obstante, en un estudio realizado por L. Boel en el año 2001, el cual se tituló “Adult Bone Mass and Physiological Stress. A Paleoepidemiological Study” se estableció que las LH son visibles con mayor claridad en la proyección radiológica AP respecto a la proyección radiológica LAT (78).

Otro motivo que impulsó la realización de este estudio es dar una mayor profundidad a las investigaciones paleoradiológicas, que a diferencia de la aplicación clínica de la radiología que establece la necesidad de realizar dos proyecciones ortogonales cuando se estudia una estructura, solo utilizan una proyección, como en el caso de la detección de LH. Además hay que considerar que en la actualidad la cantidad de estudios paleoradiológicos siguen siendo escasos, lo cual se explica por la falta de comunicación entre disciplinas de este ámbito. Por un lado, los médicos radiólogos se dedican a la imagenología clínica y por lo general desconocen o no están interesados en realizar trabajos paleoradiológicos. De manera similar gran parte de los bioantropólogos carecen de una relación profesional con tecnólogos médicos con mención en imagenología. A esto se le agrega no disponer de fácil acceso a equipos e instalaciones radiológicas, carecer de recursos económicos o humanos para abordar los estudios, e incluso desconocer la ventaja de los nuevos métodos de diagnóstico de imagen (1).

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, la investigación contó con una muestra de 19 tibias tanto derechas como izquierdas de 15 individuos diferentes, pertenecientes a la colección del MHAQ, la cual fue seleccionada según los criterios de inclusión y exclusión. De estos, la mayoría corresponden a sexo femenino (46,66%) seguido por sexo masculino (33,33%) y en menor medida individuo sin sexo identificado (20%). La distribución de la muestra se explica porque la selección realizada fue a conveniencia utilizando las tibias en mejor estado de conservación. A su vez, la edad fue categorizada en 5 rangos en total, de los cuales 1 individuo pertenece al rango < 18 años (6,66%), 2 individuos al rango 18-25 años (13,33%), 7 individuos al rango 26-33 años (46,66%), 3 individuos al rango > 33 años (20%) y por último 2 individuos no contaban con edad identificada (13,33%). Para este estudio no se puede determinar las medidas principales de tendencia central respecto a los años de los individuos, ya que no se cuenta con la edad exacta, sino que para cada uno se estimó un rango de edad para su datación por parte de los antropólogos a cargo su conservación.

La prevalencia de LH fue mayor en individuos femeninos, en concordancia con los resultados del estudio de J. Hummert, D. Van Gerven realizado en el año 1985, denominado “Observations on the Formation and Persistence of Radiopaque Transverse Lines” (50), donde la frecuencia de LH fue más baja en individuos masculinos que en femeninos, lo cual puede resultar inicialmente a diferencias hormonales entre sexos, llevando a una mayor remodelación ósea en los hombres y como consecuencia una menor persistencia de las LH. En relación con los grupos del PIT estos presentaban labores y actividades muy marcadas, en donde el hombre principalmente se dedicaba a actividades productivas, ya sea de caza o recolección de alimentos, mientras que las mujeres realizaban actividades más domésticas, incluida la recolección y cuidado de los niños. Por tanto, existe mayor probabilidad de que los hombres sufrieran más remodelación ósea en relación a las mujeres, debido a la mayor carga de trabajo y/o estrés constante en ciertas estructuras óseas (21,23,100), lo cual incluso puede generar una desaparición parcial o completa de las LH (51).

Con respecto a la edad la prevalencia de LH fue mayor en individuos adultos pertenecientes al rango de 26-33 años. Un estudio que respalda estos resultados fue la realizada por los autores J. Piontek, B. Jerszynska y O. Nowak, quienes en el año 2001 a través del estudio

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

“Harris Lines in Subadult and Adult Skeletons from the Mediaeval Cemetery in Cedynia, Poland” (44), concluyeron que las personas que murieron a una edad adulta tienen un recuento de LH más altos que los individuos de edades seniles, ya que los individuos que vivieron vidas más cortas estuvieron expuestos a una mayor presión de factores estresores durante el período de crecimiento y desarrollo, por lo que se puede suponer que los individuos que murieron a edades seniles eran más resistentes a la influencia de las condiciones de vida adversas o que su reacción a los agentes estresores era menor y, por lo tanto, vivían más tiempo.

A partir de la metodología propuesta se logró detectar y contabilizar LH en las muestras esqueléticas por medio de la utilización del software "Harris Lines Detection and Analysis Tool" en la radiografía AP y la metodología visual directa en la radiografía LAT, realizada por tres observadores capacitados. La razón del uso de este software se explica en que minimiza el error observador dependiente, objetivando la detección de las LH en la proyección AP. Este instrumento ha sido ejecutado anteriormente con éxito, con dos publicaciones en las revistas “American Journal of Human Biology” (73) y “American Journal of Physical Anthropology” (29), en las que se ha aprobado su uso y reproducibilidad. A nivel nacional actualmente existe un solo estudio que utiliza este software, siendo este una tesis de pregrado de la Universidad de Valparaíso titulada “Caracterización radiológica de las LH en osamentas prehispánicas de la cuenca superior del río Aconcagua pertenecientes al período alfarero: serie de casos” (25).

Para el análisis de la radiografía LAT se utilizó la metodología visual directa, ya que no existe programa informático que procese este tipo de proyección. Pero el uso de este método lleva a discrepancias entre los resultados obtenidos por los observadores (observador 1 cuantificó 55 LH, observador 2 cuantificó 44 LH y el observador 3 cuantificó 13 LH), reflejados en las diferencias de los valores $-p$, lo cual se debe a que cada observador pese a tener las mismas competencias difieren en los años de experiencia y especialización. A partir de la detección de las LH en la proyección AP utilizando el software "Harris Lines Detection and Analysis Tool", se contabilizó un total de 12 LH, mientras que en la proyección LAT se contabilizó promedio total de 37,33 LH.

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

En ambos casos las LH se distribuyeron con mayor frecuencia en el extremo distal de la tibia, concordando con los resultados obtenidos en el estudio “Harris Lines Revisited: Prevalence, Comorbidities, and Possible Etiologies” (73) en el cual se obtuvo un mayor conteo de LH en el extremo distal de la tibia. Esto se puede deber a que el crecimiento de los huesos que conforman la articulación la rodilla poseen un mayor crecimiento activo que la articulación del tobillo y la cadera mencionado en el estudio de H. Harris en el año 1926 denominado “The Growth of the Long Bones in Childhood: With Special Reference to Certain Bony Striations of the Metaphysis and to the Rôle of the Vitamins” (37).

En cuanto al número de LH, se detectaron más en la proyección LAT en relación a la proyección AP, resultados que se ajustan con los obtenidos en la investigación “A Re-evaluation of the Impact of Radiographic Guidance on the Identification and Interpretation of Harris Lines” (28), en donde el número de LH visibles en la proyección LAT fue significativamente mayor que las obtenidas en la proyección AP. Se propone además que la proyección LAT podría entregar información adicional y significativa respecto a la proyección AP en el proceso de detección y análisis de LH.

Los resultados obtenidos con la proyección LAT se explican en el fenómeno de remodelación ósea. En la edad adulta las LH pueden incluso desaparecer, ya que el proceso no se produce a un ritmo igual alrededor del perímetro del hueso, sino que puede dirigirse a través del plano transversal anteroposterior, mediolateral o viceversa. A medida que aumenta la osteogénesis a lo largo de la cara lateral del hueso, se elimina igualmente a lo largo de la cara medial, lo que hace que las LH se borren lentamente a través del plano transversal y de forma irregular (48,75). Por lo tanto, a medida que ocurre la remodelación dirigida, las LH se borrarán y serán menos visibles en la proyección estándar AP. Por el contrario, en una proyección LAT a medida que la cara lateral se remodela, las LH seguirán presentes en todo el ancho del hueso hasta que se produzca una remodelación completa que llegue a la cara medial (Figura 7.1). Esto puede ayudar a explicar porque en algunos individuos existe un mayor recuento de líneas visibles en la proyección LAT, especialmente hacia la mitad del eje cuando estas líneas han sufrido de un período largo de remodelación debido a su formación más temprana en la vida. Ciertamente, existen varios factores

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

que influyen en el proceso de remodelación y la persistencia de las LH, pero la comprensión de este mecanismo proporciona una importante idea de cómo ocurre esta diferencia entre la visualización AP y LAT en imágenes radiográficas.

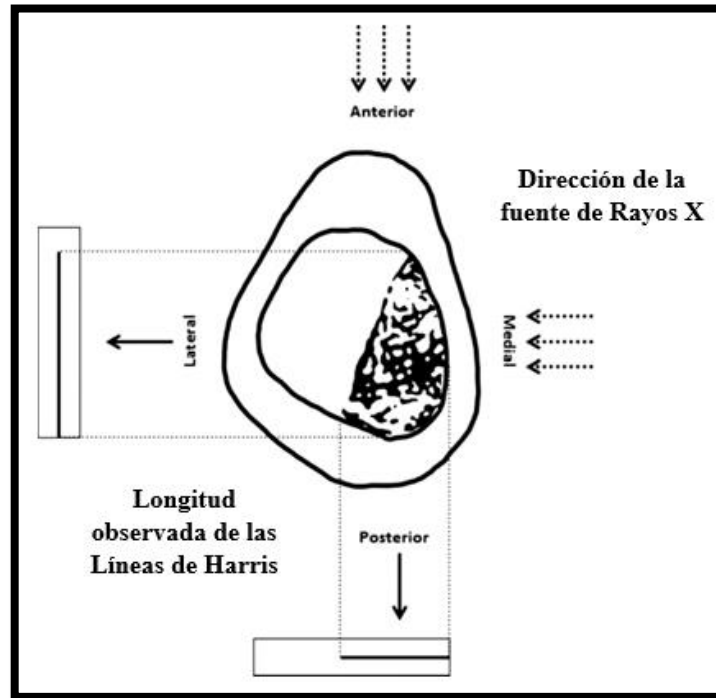


FIGURA 7.1 Ilustración de una sección transversal de la tibia. Tomada de (28).

Respondiendo a la pregunta de investigación, a través del test estadístico de rangos con signo de Wilcoxon, se logra encontrar diferencias significativas con un valor $-p < 0.05$ en cuanto al número de LH cuantificadas en cada uno de los test estadísticos. Además, al analizar de manera detallada cada una de las cuantificaciones que lograron encontrar los observadores por separado, para el observador 1 da un valor $-p$ 0.001618, para el observador 2 da un valor $-p$ 0.0009858 y para el observador 3 da un valor $-p$ 0.04858. Finalmente, en el test de LH de la proyección AP versus el promedio de LH de la proyección LAT da un valor $-p$ 0.0002007; siendo el que más se acerca al valor $-p < 0.05$ el test de LH de la proyección AP versus LH de la proyección LAT del observador 3, ya que los valores de cuantificación son más coincidentes.

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

Todo estudio de MOE de una cultura antigua se debe relacionar con el contexto histórico de la muestra para poder dar sentido a los resultados obtenidos. En este caso toma importancia la teoría del cambio climático de la época, desde el PAT con clima templado y húmedo al PIT, con clima cálido y seco (18), en donde se produce una transición que posiblemente provocó que los individuos fueran afectados por una escases de recursos, generando períodos de estrés alimenticio. Del mismo modo, también toma gran importancia la ubicación geográfica, que en el PIT al igual que en el PAT habría generado conflictos entre grupos locales. Estos factores (medio ambiente y ubicación geográfica) producirían una crisis interna de los grupos Aconcagua de esta zona, adicionando la carga de un nuevo agente estresor, el factor psicológico.

Además, hay conocimiento que el PIT fue un período en el que la vida sedentaria se consolidó, traducándose a una mayor dependencia de los cultivos, en donde cualquier factor medioambiental que los pudiese haber afectado, representó una gran dificultad para la disponibilidad de alimentos. Los individuos del PIT, en consecuencia del desarrollo de los cultivos tuvieron un aumento del consumo de carbohidratos, como el maíz (43% del total de la dieta) (100), disminuyendo la ingesta de alimentos ricos en proteínas, como la quínoa o el algarrobo, considerándose como una de las posibles etiologías de las LH.

El PIT es el periodo en el que existe una gran probabilidad de encontrar LH, ya que se han registrado en numerosas investigaciones una disminución del estado de salud en las poblaciones que adoptan una vida sedentaria dependiente de la agricultura, lo cual se relaciona con un desbalance en la alimentación, demostrados por la presencia de distintos MOE de origen nutricional (100).

7.1 LIMITACIONES

Durante el desarrollo de este estudio surgieron situaciones conflictivas que condicionaron su realización. Una de las primeras limitaciones surgió debido a la falta de conocimientos palpatológicos y paleoradiológicos presentes en el grupo de tesis. En gran parte esta problemática se debe a que formación académica está orientada a un ámbito más clínico que a ciencias bioarqueológicas.

Otro inconveniente que se presentó durante el desarrollo de esta investigación fue que el software “Harris Lines Detection and Analysis Tool” no es compatible de forma inmediata en todos los sistemas operativos computacionales, ya que no presenta actualizaciones recientes. Para su utilización se requiere de la instalación de programas informáticos específicos que permitan la lectura del programa. Esta situación llevó a confusión durante la instalación del software, provocando el retraso del análisis de la muestra. Además, no permite el reconocimiento y análisis de la proyección radiológica LAT, por lo que se hizo imprescindible el método visual directo por parte del equipo de los médicos radiólogos del HSMQ en estas radiografías.

Con respecto a la metodología utilizada, los resultados no son completamente representativos de la población estudiada, ya que la muestra es reducida y además el muestreo utilizado es no probabilístico y elegido por conveniencia.

7.2 RECOMENDACIONES

En base a las limitaciones y discusión de esta investigación se sugieren futuros estudios para continuar con esta línea investigativa:

- Integrar otros MOE para establecer relaciones entre estos y las LH, como criba orbitaria, hipoplasia del esmalte, entre otros.
- Realizar estudios comparativos entre los diferentes periodos culturales en la zona respecto a la detección de LH en imágenes radiológicas.
- Realizar estudios que comparen los hallazgos de las LH de los RHE pertenecientes a las diferentes zonas de la cuenca del rio Aconcagua.
- Realizar estudios que se utilicen diferentes metodologías de identificación imagenológica de LH en RHE, como Tomografía Computarizada o Resonancia Magnética.
- Realizar estudios multidisciplinarios en los cuales se comparen los resultados obtenidos de cada modalidad radiológica.

CAPÍTULO 8 CONCLUSIÓN

Para la muestra utilizada en esta investigación se encontraron diferencias en la cuantificación de LH detectadas mediante la proyección radiológica AP respecto al número de LH detectadas mediante la proyección radiológica LAT, estableciéndose que con esta última proyección es posible obtener un mayor conteo de LH en tibias, al observar la misma estructura desde otra perspectiva. Sin embargo, hay que ser prudente en la interpretación de los resultados puesto que el tamaño de la muestra es acotado y, adicionalmente se encontró variabilidad en el conteo realizado por los observadores. Por tanto, es recomendable realizar estudios adicionales que confirmen o descarten estas diferencias.

A partir de lo anterior, se concluye que al examinar LH solo con imágenes radiográficas, estas deben obtenerse tanto en la proyección AP como la LAT para lograr detectar la mayor cantidad de LH. A partir de la proyección AP se puede inferir y comprender información que yace en los RHE, que al complementarlo con la proyección LAT permite obtener un enfoque más preciso y completo de las características e identificación de las LH. De esta manera se puede llevar a cabo un análisis y discusión de manera íntegra respecto a este MOE inespecífico, logrando una interpretación más fidedigna con respecto a los procesos de estrés y mecanismos de adaptación por parte del individuo y/o las poblaciones que habitaron en determinada época.

Sin duda, con este proyecto de investigación se evidencia que el área de Tecnología Médica Mención Imagenología y Física Médica no se limita netamente a lo clínico, sino que también puede jugar un rol importante en estudios de antropología física, bioarqueología y paleopatología. Incluir al Tecnólogo Médico en el trabajo multidisciplinario en la investigación bioantropológica sería beneficioso, ya que posee las herramientas y conocimientos necesarios para aportar información precisa a través de las competencias técnicas en el manejo de tecnología de punta para los análisis paleopatológicos evidenciados en la imagen radiológica.

CAPITULO 9 BIBLIOGRAFÍA

1. Previgliano CH, Ceruti C, Arias Aráoz F, González Diez J, Reinhard J. Radiología en estudios arqueológicos de momias Incas. *Rev Argentina Radiol* [Internet]. 2005 May 6;69(3):199–210. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382538437011>
2. Madrigal L, González R. Introduccion a la antropologia biológica. In: 8th editio. Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica; 2016. p. 678.
3. Larsen C. Bioarchaeology: The Lives and Lifestyles of Past People. *J Archaeol Res* [Internet]. 2002;10(2):119–66. Available from: [d:%5CPromotion%5CCitavi%5CSicker Women at the Dawn of Agriculture%5CCitaviFiles%5CBioarchaeology.pdf](d:%5CPromotion%5CCitavi%5CSickerWomen%20at%20the%20Dawn%20of%20Agriculture%5CCitaviFiles%5CBioarchaeology.pdf)
4. Gómez J. Salud y cambio social: la bioarqueología y su potencial para interpretar el impacto biológico de la agricultura. *Boletín Antropol Univ Antioquia*. 2012;26(43):192–214.
5. Rodríguez Cuenca JV. Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia [Internet]. Vol. 20, Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia. 2006. 29–39 p. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1453/>
6. Larsen C. The agricultural revolution as environmental catastrophe: Implications for health and lifestyle in the Holocene. *Quat Int*. 2006;150(1):12–20.
7. Larsen C. Biological Changes in Human Populations with Agriculture. *Annu Rev Anthropol*. 2002;24(1):185–213.
8. Park E. The Imprinting of Nutritional Disturbances on the Growing Bone. *Pediatrics*. 1964;33:815–62.
9. Hughes C, Heylings D, Power C. Transverse (Harris) lines in Irish archaeological remains. *Am J Phys Anthr* [Internet]. 1996;101(1):115–31. Available from: http://repository.upi.edu/1360/1/s_d5451_0604180_chapter1.pdf
10. Brier B. *Egyptian Mummies: Unraveling the Secrets of an Ancient Art*. First edit.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- Paleopathology: the dead are our teachers. New York : William Morrow and Company, Inc; 1994. 352 p.
11. Villa C, Davey J, Craig PJG, Drummer OH, Lynnerup N. The advantage of CT scans and 3D visualizations in the analysis of three child mummies from the Graeco-Roman Period. *Anthropol Anzeiger*. 2015;72(1):55–65.
 12. Primeau C, Jakobsen LS, Lynnerup N. CT imaging vs. traditional radiographic imaging for evaluating Harris Lines in tibiae. *Anthropol Anzeiger*. 2016;73(2):99–108.
 13. Yao L, Seeger L. Epiphyseal growth arrest lines MR findings. *Clin IMAGING*, 21(4) [Internet]. 1997 [cited 2019 May 2];21:237–40. Available from: <https://escholarship.org/uc/item/3cj2j8gb>
 14. Arriaza B. *Cultura Chinchorro : Las momias artificiales más antiguas del mundo*. Editorial. 2003. 257 p.
 15. Arriaza B, Marvis A, Vivien S. Líneas de Harris en una población Arcaica tardía del extremo Norte de Chile: Morro-1 [Internet]. *Chungara: Revista de Antropología Chilena*. Universidad de Tarapaca; [cited 2019 May 20]. p. 187–91. Available from: <https://www.jstor.org/stable/27799069>
 16. Suby JA, Santiago F, Salemme M. Análisis Paleopatológico De Los Restos Humanos Del Sitio Puesto Pescador 1 (Tierra Del Fuego) Tt - Paleopathological Analysis of Human Bones From Puesto Pescador 1 Site (Tierra Del Fuego). *Magallania (Punta Arenas)* [Internet]. 2008;36(1):53–64. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22442008000100005&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.cl/pdf/magallania/v36n1/art05.pdf
 17. Sanhueza S A, Pérez M L, Díaz J J, Busel M D, Castro M, Pierola T A. Paleoradiología: Estudio Imagenológico Del Niño Del Cerro El Plomo. *Rev Chil Radiol*. 2009;11(4):184–90.
 18. Venegas F, Aávalos H, Saunier A. Arqueología e historia del curso medio del río Aconcagua. Desde los primeros alfareros hasta el arribo de los españoles (300 aC - 1600

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- dC). Ediciones. Valparaíso; 2011.
19. Pavlovic D, Troncoso R. Prehistoria de Aconcagua. San Felipe: El Almendral: Centro Alm; 2003. 104 p.
 20. Avalos H, Carmona G, Strange J, Valenzuela E, Brito P. Período Alfarero En El Curso Medio E Inferior Del Río Aconcagua. Chile Central. Clava. 2007. p. 59–78.
 21. Arriagada C, Oyanedel J. PALEOPATOLOGÍA ORAL Y DESGASTE OCLUSAL EN GRUPOS BATO, ACONCAGUA Y ACONCAGUA- INKA EN EL VALLE DEL RÍO ACONCAGUA, ZONA CENTRAL DE CHILE. Universidad de Concepción; 2014.
 22. Fuenzalida N. Resistencias e incanización en la alfarería fúnebre de las comunidades del curso medio-inferior del Aconcagua. Universidad de Chile;
 23. Swift J, Oyanedel J, López L. Dieta prehispánica en la región de Valparaíso, Chile Central: Evidencia del análisis de isotopos estables de carbono y nitrógeno de colágeno óseo humano de las colecciones del museo de la historia natural de Valparaíso. An del Mus Hist Nat Valparaíso. 2017;30:22–38.
 24. Gajardo T, Silva J. Notas sobre arqueología de Quillota. Excavaciones en H estadio. An del Mus Hist Valparaíso [Internet]. 1970 [cited 2019 May 21];3:203–36. Available from: <https://issuu.com/hemerotecamuseodevalparaiso/docs/mnhv-003>
 25. Aedo C, Salas F. Caracterización radiológica de las líneas de Harris en osamentas prehispánicas de la cuenca superior del río Aconcagua pertenecientes al Período Alfarero: serie de casos. Universidad de Valparaíso; 2016.
 26. Abarca J, Ambrosetti S, Fuentes J. Reporte de caso: Primer estudio imagenológico de un esqueleto perteneciente al periodo arcaico medio tardío en Chile central. Universidad de Valparaíso; 2014.
 27. Bahamondez FE, Cabello HI. Análisis radiológico de momias del Norte de Chile: aportes a la Antropología Física, Bioarqueología y Paleopatología. [Valparaíso]: Universidad de Valparaiso; 2016.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

28. Scott AB, Hoppa RD. Brief communication: A re-evaluation of the impact of radiographic orientation on the identification and interpretation of harris lines. *Am J Phys Anthropol.* 2015;156(1):141–7.
29. Suter S, Harders M, Papageorgopoulou C, Kuhn G, Székely G, Rühli FJ. Technical note: Standardized and semiautomated Harris lines detection. *Am J Phys Anthropol.* 2008;137(3):362–6.
30. Luna LH. Alcances y limitaciones del concepto estrés en bioarqueología. *Antípoda Rev Antropol y Arqueol.* 2006;3:255–79.
31. Constantinescu F. Un puente para el encuentro de la arqueología y la bioantropología. Vol. 14, *Revista Chilena de Antropología.* 1998. p. 31–54.
32. Goodman AH, Brooke Thomas R, Swedlund AC, Armelagos GJ. Biocultural perspectives on stress in prehistoric, historical, and contemporary population research. *Am J Phys Anthropol.* 1988;31(9 S):169–202.
33. Bush H, Zvelebil M. Health in Past Societies: Biocultural interpretation of human skeletal remains in archaeological context. *Bar Int.* 1991;(567):1991.
34. Little M. Adaptation, Adaptability and Multidisciplinary Research. Boaz NT, Wolfe LD, editors. *Biological anthropology: the state of the science.* International Institute for Human Evolutionary Research. Oregon; 1995. 121–148 p.
35. Vergara A, Alejandra M. Una mirada a los marcadores óseos de actividad: aproximación al periodo Temprano (340 aC-440 dC) del valle geográfico del río Cauca. *Rev Colomb Antropol.* 2012;48:169–87.
36. Lewis M, Roberts C. Growing pains: the interpretation of stress indicators. *Int J Osteoarchaeol* [Internet]. 1997;7(6):581–6. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/%28SICI%291099-1212%28199711%297%3A6%3C581%3A%3AAID-OA325%3E3.0.CO%3B2-C>
37. Harris HA. The growth of the long bones in childhood: With special reference to certain

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- bony striations of the metaphysis and to the rôle of the vitamins. *Arch Intern Med.* 1926;38(6):785–806.
38. Harris H. Cessation of growth in the long bones in health and disease. *Mayo Clin Proc.* 1927;
 39. Mays S. The relationship between harris line formation and bone growth and development. *J Archaeol Sci.* 1985;12(3):1985.
 40. Previgiano CH, Ceruti C, Reinhard J, Araoz FA, Diez JG. Radiographic studies of the Inca mummies found on Mont Lullailaco. In: *American Journal of Roentgenology* [Internet]. American Roentgen Ray Society; 2003. p. 1473–9. Available from: <https://doi.org/10.2214/ajr.181.6.1811473>
 41. Beom J, Woo EJ, Lee IS, Kim MJ, Kim Y-S, Oh CS, et al. Harris lines observed in human skeletons of Joseon Dynasty, Korea. *Anat Cell Biol.* 2014;47(1):66.
 42. Vázquez I, Masquijo JJ. Park-Harris lines. *Rev Argentina Radiol.* 2014;78(2):120–1.
 43. Allison MJ, Mendoza D, Pezzia A. A radiographic approach to childhood illness in precolumbian inhabitants of southern Peru. *Am J Phys Anthropol.* 1974 May;40(3):409–15.
 44. Piontek J, Jerszyńska B, Nowak O. Harris lines in subadult and adult skeletons from the mediaeval cemetery in Cedynia, Poland. *Var Evol.* 2001;9:33–43.
 45. Wells C. A new approach to paleopathology: Harris lines. In: Brothwell D, Sandison A, editors. *Diseases in antiquity.* Springfield: Charles C, T; 1967. p. 390 – 404.
 46. Alfonso MP, Thompson JL, Standen VG. Reevaluating Harris lines - A comparison between Harris lines and enamel hypoplasia. *Coll Antropol* [Internet]. 2005;29(2):393–408. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16417135>
 47. Clarke SK. The association of early childhood enamel hypoplasias an radiopaque transverse lines in a culturally diverse prehistoric skeletal sample. *Hum Biol.* 1982 Feb;54(1):77–84.
 48. Garn SM, Silverman FN, Hertzog KP, Rohmann CG. Lines and bands of increased density. Their implication to growth and development. *Med Radiogr Photogr.* 1968;44(3):58–89.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

49. Gonzalez-Reimers E, Perez-Ramirez A, Santolaria-Fernandez F, Rodriguez-Rodriguez E, Martinez-Riera A, Duran-Castellon MDC, et al. Association of Harris lines and shorter stature with ethanol consumption during growth. *Alcohol*. 2007 Nov;41(7):511–5.
50. Hummert JR, Van Gerven DP. Observations on the formation and persistence of radiopaque transverse lines. *Am J Phys Anthropol*. 1985;66(3):297–306.
51. Harris HA. Lines of Arrested Growth in the Long Bones in Childhood: The Correlation of Histological and Radiographic Appearances in Clinical and Experimental Conditions. *Br J Radiol*. 1931;4(47):561–88.
52. Alfonso-Durruty MP. Experimental assessment of nutrition and bone growth's velocity effects on Harris lines formation. *Am J Phys Anthropol*. 2011;145(2):169–80.
53. Goodman AH, Martin DL. Reconstructing Health Profiles from Skeletal Remains. In: Rose JC, Steckel RH, editors. *The Backbone of History: Health and Nutrition in the Western Hemisphere* [Internet]. Cambridge: Cambridge University Press; 2002. p. 11–60. Available from: <https://www.cambridge.org/core/books/backbone-of-history/reconstructing-health-profiles-from-skeletal-remains/933A911024E6327557B49A53A541DDF5>
54. E P. Bone growth in health and disease. *Arch Dis Child* [Internet]. 1954 Aug [cited 2019 May 21];29(146):269–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13189601>
55. Park EA, Richter CP. Transverse lines in the bone: mechanism of their development. *Bull John Hopkins Hosp*. 1953;13:234–48.
56. Wright LE, Yoder CJ. Recent progress in bioarchaeology: Approaches to the Osteological Paradox. *J Archaeol Res*. 2003 Mar;11(1):43–70.
57. Latarjet M, Ruiz A. *Anatomía humana*. 4th ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2006. 878 p.
58. Tresguerres J. Fisiología del hueso. In: *Fisiología humana*. 3rd ed. España: McGraw-Hill Interamericana; 2005. p. 981–94.
59. Martini F, Nath J, Bartholomew E. *Fundamentals of Anatomy & Physiology* [Internet]. 11th

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- ed. San Francisco: Pearson; 2017. 1296 p. Available from: <http://www.mypearsonstore.com/bookstore/fundamentals-of-anatomy-physiology-0134396022>
60. Moore K, Dailey A, Agur A. *Anatomía con Orientación Clínica*. 7th ed. Madrid: WOLTERS KLUWER; 2007. 1131 p.
 61. Gartner L, Hiatt J. Tejido cartilaginoso y óseo. In: *Atlas Color de Histología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2007. p. 65–88.
 62. Larry J, LJ DG. Bone Development and Remodeling. In: *Endocrinology: Adult and Pediatric*. 7 ma. Philadelphia: W.B. Saunders; 2016. p. 1038–62.
 63. Platt B, Stewart J. Transverse trabeculae and osteoporosis in bones in experimental protein-calorie deficiency. *Br J Nutr* [Internet]. 1962 [cited 2019 May 22];16:483–95. Available from: <https://doi.org/10.1079/BJN19620047>
 64. Steckel RH, Rose JC, Larsen CS, Walker PL. Skeletal Health in the Western Hemisphere from 4000 B.C. to the Present. *Evol Anthropol*. 2002;11(4):142–55.
 65. Caffey J. Clinical and Experimental Lead Poisoning: Some Roentgenologic and Anatomic Changes in Growing Bones. *Radiology* [Internet]. 1931 Nov 1 [cited 2019 May 2];17(5):957–83. Available from: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/17.5.957>
 66. Wolbach SB. Vitamin-A deficiency and excess in relation to skeletal growth. *J Bone Jt Surg*. 1947 Jan;29(1):171–92.
 67. Sanhueza L, Cornejo L, Falabella F. Patrones de asentamiento en el periodo Alfarero Temprano en Chile Central. *Chungara, Rev Antropol Chil*. 2007;39(1):103–15.
 68. Mays S. The relationship between harris lines and other aspects of skeletal development in adults and juveniles. *J Archaeol Sci*. 1995;22(4):511–20.
 69. Goodman A, Clark G. Harris lines as indicators of stress in prehistoric Illinois populations. *Biocultural Adapt Compr Approaches Skelet Anal*. 1981;20:35–47.
 70. McHenry HM, Schulz PD. The association between Harris lines and enamel hypoplasia in

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- prehistoric California Indians. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1976 May 1 [cited 2019 May 2];44(3):507–11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/937527>
71. Maat GJR. Dating and rating of Harris's lines. *Am J Phys Anthropol*. 1984;63(3):291–9.
 72. Ribot I, Roberts C. A Study of Non-specific Stress Indicators and Skeletal Growth in Two Mediaeval Subadult Populations. *J Archaeol Sci* [Internet]. 1996 Jan 5 [cited 2019 May 2];23(1):67–79. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440396900060>
 73. Papageorgopoulou C, Suter SK, Rühli FJ, Siegmund F. Harris lines revisited: Prevalence, comorbidities, and possible etiologies. *Am J Hum Biol*. 2011;23(3):381–91.
 74. Garn SM, Schwager PM. Age dynamics of persistent transverse lines in the tibia. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1967 Nov 1 [cited 2019 May 2];27(3):375–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/ajpa.1330270310>
 75. Garn S, Hempy H, P S. Measurement of localized bone growth employing natural markers. *Am J Phys Anthr*. 1968;34(2):78–86.
 76. MacChiarelli R, Bondioli L, Censi L, Hernaez MK, Salvadei L, Sperduti A. Intra- and interobserver concordance in scoring Harris lines: A test on bone sections and radiographs. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1994 Sep [cited 2019 May 2];95(1):77–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7998603>
 77. Grolleau-Raoux JL, Crubézy E, Rougé D, Brugne JF, Saunders SR. Harris lines: A study of age-associated bias in counting and interpretation. *Am J Phys Anthropol*. 1997;103(2):209–17.
 78. Boel LW. Adult bone mass and physiological stress. A paleoepidemiological study. [Aarhus, Denmark]: University of Aarhus; 2001.
 79. Bushong SC. Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. 9 ed. España: Elsevier; 2010. 704 p.
 80. Bontrager K, Lampignano J. Proyecciones radiológicas con correlación anatómica. 7ed ed.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- España: Elsevier; 2010. 865 p.
81. Troncoso A. Arte rupestre en la cuenca del río Aconcagua: formas, sintaxis, estilo, espacio y poder. In: *Trabajos de Arqueología e Patrimonio*; 39 [Internet]. 2008. p. 243. Available from:
http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?tipo_busqueda=CODIGO&clave_revista=1704
 82. Hidrografía Región de Valparaíso [Internet]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [cited 2019 May 22]. Available from:
<https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/hidrografia.htm>
 83. S.A. E. Calidad Aguas Subterráneas Cuenca del Río Aconcagua. In: Dirección General de Aguas. 2013. p. 70.
 84. Dirección General de Aguas (DGA). Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. In: Ministerio de Medio Ambiente, Chile. 2004. p. 155.
 85. Quintanilla V, Morales M. Condiciones ambientales que enfrenta la regeneración del bosque nativo norpatagónico, en ecosistemas intervenidos de Chile meridional. In: Departamento de ingeniería geográfica, Universidad de Santiago de Chile. 1983. p. 21.
 86. Río Aconcagua: ubicación, mapa, y todo lo que desconoce [Internet]. Ríos del Planeta. [cited 2019 May 22]. Available from: <https://riosdelplaneta.com/rio-aconcagua/>
 87. Cornejo L, Berenguer J, Gallardo F, Aldunate J, Mena F, Sinclair C. Chile Antes de Chile. Santiago Mus Chil Arte Precolombino. 1997;
 88. Sanhueza R L, Cornejo B L, Falabella G F. PATRONES DE ASENTAMIENTO EN EL PERÍODO ALFARERO TEMPRANO DE CHILE CENTRAL. *Chungará (Arica)* [Internet]. 2007 Jun [cited 2019 May 22];39(1):103–15. Available from:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73562007000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 89. Pavlovic D. Periodo Alfarero Temprano en la Cuenca Superior del Río Aconcagua. *Boletín*

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- la Soc Chil Arqueol. 2000;30:14.
90. Cornejo L, Sanhueza L. Coexistencia de Cazadores Recolectores y Horticultores Tempranos. In: *Lat Am Antiq*. 2003.
 91. Pavlovic D, Sánchez R, González P, Troncoso A. Primera Aproximación al Periodo Alfarero Prehispano en el Valle Fronterizo de Putaendo, Cuenca Superior del Río Aconcagua, Chile Central. *Actas del XIII Congr Nac Arqueol Argentina*. 1999;
 92. Fonck F. Las sepulturas antiguas de Piguchén. *El Mercurio de Valparaíso* Valparaíso. 1896;
 93. Medina J. Los aborígenes de Chile. Santiago Imprenta Gutenb. 1882;1882.
 94. Oyarzún A. Contribución al estudio de la influencia de la civilización peruana sobre los aborígenes de Chile. *Boletín del Mus Nac Hist Nat* [Internet]. 1910;2(1):3–37. Available from: <http://publicaciones.mnhn.cl/668/w3-article-63590.html>
 95. Latcham R. El trinacrio o trisquelión en la alfarería chileno-argentina. *Rev Chil Hist Nat*. 1927;67–75.
 96. Looser G. Una pequeña colección de alfarería indígena hallada en Limache. *Rev Hist y Geogr*. 1931;69:83–100.
 97. Berdichewsky B. Arqueología de la desembocadura del Aconcagua y zonas vecinas de la costa central de Chile. *Actas del III Congr Nac Arqueol Chil*. 1964;69–107.
 98. Síntesis de las discusiones de la sesión de clausura del congreso. *Actas del III Congr Nac Arqueol Chil*. 1964;275–7.
 99. Durán E, Massone M. Hacia una definición del complejo cultural Aconcagua y sus tipos cerámicos. *Actas del VII Congr Nac Arqueol Chil*. 1979;1:243–5.
 100. Falabella F, Planella MT, Aspillaga E, Sanhueza L, Tykot RH. Dieta En Sociedades Alfareras De Chile Central: Aporte De Análisis De Isótopos Estables. *Chungará, Rev Antropol Chil*. 2009;39(1):5–27.
 101. Massone M, Durán E, Sánchez R, Falabella F, Constantinescu F, Hermosilla N, et al. Taller

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- Cultura Aconcagua: Evaluación y Perspectivas. Vol. 25, Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología. 1998. p. 25–30.
102. Hermosilla N, Saaverdra B, Rojas G, Pavlovic D, Castelleti J, Quiroz L. El Sitio Temprano de El Cebollar (Llay-Llay, V Región): Contexto Cultural y Asociaciones Vegetacionales. Chungará, Rev Antropol Chil. 2004;641–50.
 103. Duran E, Planella MT. Consolidación agroalfarera: Zona Central (900 a 1.470 d.C.). Editor Andrés Bello [Internet]. 1989;30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9531422>
 104. Mostny G. ¿Un nuevo estilo arqueológico?. Boletín del Mus Nac Hist Nat. 1942;20:91–7.
 105. Montsy G. ¿Un Nuevo estilo arqueológico II?. 1944;22:191–6.
 106. Uribe M. El Inka y el poder como problemas de la Arqueología del norte grande de Chile. Chungara, Rev Antropol Chil [Internet]. 2004;36:313–24. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract>
 107. Saunier A. Modos de vida en una comunidad alfarera de Chile Central: sitio Fundo Esmeralda, San Pedro, Quillota. Universidad de Chile; 2007.
 108. Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas [Internet]. Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional, Ley N° 17.288 1970 p. 139. Available from: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=28892>
 109. Ley Indígena [Internet]. Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional, Ley N° 19.253 1993. Available from: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30620>
 110. Asamblea general en Seúl. Código de deontología del ICOM para los Museos [Internet]. Seúl. República de Corea; 2004 [cited 2019 May 22]. p. 44. Available from: <https://icom.museum/wp-content/uploads/2018/07/ICOM-codigo-Es-web-1.pdf>

ANEXO A. “SKELETONS FROM MHAQ WHICH WERE X-RAYED”.

Location	Tomb	Individual	Condition	Estimated Completeness	X-Ray	Bone X-Rayed
7A		1	Better than n	80%	Yes	Tibia L
8B		Esq 1	Fragmentary	35%	Yes	Tibia L
4B		Esq 4	Quite comple	96%	Yes	Tibia L
8A		Esq 5	Some erosion among the remains. MNI = 2.		Yes	Tibia L
4B		Esq X	Incomplete a	25-50%	Yes	TibiaL
8E		?	very incomple	20%	Yes	Tibia R
14B	12	21	Fragmentary	80%	Yes	Tibia L
14B	12	16	Very incompl	1%	Yes	Tibia
14C	18	27	very incomple	15%	Yes	Tibia L
14C	18	26	very incomple	20%	Yes	Tibia L
14C	19	28	Fragmentary	70%	Yes	Tibia R
15A	25	38	Fragmentary	70%	Yes	Tibia R
15A	26	39	Fragmentary	80%	Yes	Tibia L and R
15A	27	41	Fragmentary	70%	Yes	Tibia L
15B	32	51	Very fragmen	35%	Yes	Tibia R
15C	30	48	Fragmentary	60%	Yes	Tibia L
15C	32	57	Fragmentary	50%	Yes	Tibia L
15C	36	60	Fragmentary	60%	Yes	Tibia L
15C	39	64	Fragmentary	80%	Yes	Tibia R
15D	40	69		70%	Yes	Tibia R
15D	42	73	Fragmentary	70%	Yes	Tibia L

Tabla 10.1. Datos compartidos por la bioarqueóloga Jaime Swift.

ANEXO B. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS BIOANTROPOLÓGICAS”, MUSEO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO DE QUILLOTA.

I. SOLICITUD DE TOMA DE MUESTRAS BIOANTROPOLOGICAS EN EL MHAQ.

Como parte de los procedimientos internos del MHAQ es necesario que el investigador interesado y responsable del proyecto eleve una solicitud formal, vía correo electrónico y dirigida a Pamela Maturana, Directora del MHAQ, cuyas especificaciones han de ordenarse de acuerdo a los puntos aquí señalados:

1. Nombre del investigador responsable.
2. Información acerca del proyecto: breve descripción, responsables, financiamiento del proyecto.
3. Declaración de compromiso de devolución al MHAQ de la información obtenida.
4. Objetivo de la toma de muestras y su relación con el proyecto.
5. Detalle de las colecciones a utilizar, el cual debe indicar: nombre del sitio, número de tumba, rótulo de pieza según códigos asignados por el museo.
6. Especificación escrita y grafica (ver imagen 2 y 3) del tipo de muestra bioantropológica a recolectar (por ejemplo, tejido cortical, tejido trabecular, diploe, dental etc.) y lugar anatómico desde donde se extrae (por ejemplo, diáfisis femoral derecha, epífisis proximal húmero izquierdo, extremo distal costilla, fragmento diploe temporal etc.).
7. Metodología de la toma de muestra en el Museo (ver punto II)..
8. Indicación explícita del carácter destructivo o no destructivo del análisis a realizar. Especificación del tipo de análisis a aplicar; qué porcentaje de la muestra se utiliza, qué sucede con los sobrantes de la muestra.
9. Nombre de la persona encargada de la toma de muestra.

10. Nombre de la Institución, Laboratorio y Profesionales (especificar cargo y/o grado académico) que realizarán los análisis
11. Registro gráfico detallado de la toma de muestra. Fotografías de alta resolución. Éstas deben ser entregadas al MHAQ (tal como se establece en el punto 3).
13. Especificación de las medidas de conservación preventiva del embalaje. Éste necesariamente debe realizarse en las dependencias del MHAQ.
14. Detalle del tipo de envío o traslado (por ejemplo, Buses Tur Bus Cargo Valparaíso-Santiago. Chilexpress, DHL).
15. Firma del investigador responsable.

Es necesario recordar que, de forma paralela e independiente, el investigador debe solicitar la autorización para la extracción de muestras directamente al Consejo de Monumentos Nacionales. El documento de aceptación de dicha solicitud por parte del CMN debe hacerse llegar al MHAQ, como prerequisite para la toma de muestras en esta institución.

II. EJECUCIÓN DE TOMA DE MUESTRAS BIOANTROPÓLOGICAS.

Para mayor información acerca de procedimientos para extracción y embalaje adecuado de muestras óseas el investigador puede consultar la página <http://www.radiocarbon.com/y/o> especificaciones propias del laboratorio donde desee realizar los análisis. Una extracción inadecuada puede invalidar los resultados de las pruebas de laboratorio, ocasionando la pérdida de material bioantropológico irreemplazable.

Cabe destacar que para la extracción de las muestras esqueléticas deben considerarse los siguientes criterios de intervención:

- 1) Garantizar que lo extraído considere suficiente cantidad para obtener resultados probabilísticos confiables.

- 2) Minimizar las intervenciones en relación a la preservación de otros tipos de informaciones, implicando, por ejemplo, no utilizar muestras que sean informativas en términos patológicos, funcionales, entre otros.
- 3) Disponer de precauciones científicas en la ejecución (por ejemplo, en relación al uso de guantes de vinilo sin almidón, tubos de eppendorf, placas petri, embalaje acorde, entre otros).
- 4) Realizar un registro íntegro adecuado (fotografía, etiquetas, datos en general peso, descripción bioantropológica, etc.).
- 5) Las muestras serán inmediatamente etiquetadas (ver tabla 1) y el Código de la muestra será asignado por el Museo (Sigla sitio/n°individuo/n°tumba/tipo de muestra/n° de muestra).

III. INFORME DE TOMA DE MUESTRA DEL MHAQ.

Una vez otorgada la autorización por parte del MHAQ, el investigador responsable deberá emitir un

"Informe Final de Toma de Muestras Bioantropológicas"

1. Portada: autor del informe, investigador responsable, nombre del proyecto en que se inserta, fecha y agradecimientos explícitos al MHAQ.
2. Cuerpo del informe: Información previamente especificada en la solicitud (ver punto I).
3. Registro fotográfico de todo el procedimiento (extracción, embalaje, etiquetado).

A continuación, se adjunta un ejemplo del registro fotográfico y etiquetado de las muestras extraídas por los investigadores del Proyecto FONDECYT 1090680 “Las poblaciones locales y el Tawantinsuyu en la cuenca del río Aconcagua: transformaciones socioculturales e ideológicas durante el periodo Tardío”, informe realizado por la Arqueóloga Nicole Fuenzalida (2012).

Identificación de las muestras: las muestras corresponden a un total de 6, fueron identificadas numéricamente y rotuladas como se indica a continuación (donde EDQ refiere al sitio

Estadio de Quillota; n° indica al Individuo; n° a la tumba; C14 refiere a que es una muestra para fechados radiocarbónicos; y n° indica su cantidad respecto a ése individuo).

Muestra N° 1

<p>Código: EDQ108-64-C14-1</p>	<p>Extracción: 2,4 gr de costilla izquierda</p>	<p>Ubicación: 55-16C Individuo: 108 Adulto femenino Tumba: 64 Inhumación primaria</p>
		
		

Tabla 10.2. Etiqueta para la extracción de muestras (Tamaño aumentado).

EXTRACCIÓN DE MUESTRA PARA ANÁLISIS TIPO DE MUESTRA TIPO DE ANÁLISIS MUSEO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO DE QUILLOTA		Depósito	
		Modulo-Estante	
		N° de Caja	
		N° de Registro	
		Fecha de Ingreso	
CÓDIGO MUESTRA		Material	BIOANTROPOLÓGICO
Sitio		Unidad Anatómica	
Colección			
Individuo			
Tumba		Observaciones:	
peso muestra (gr.)			
Responsable extracción			
Responsable Proyecto			
Fecha de Extracción			
EXTRACCIÓN DE MUESTRA PARA ANÁLISIS TIPO DE MUESTRA TIPO DE ANÁLISIS MUSEO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO DE QUILLOTA		Depósito	
		Modulo-Estante	
		N° de Caja	
		N° de Registro	
		Fecha de Ingreso	
CÓDIGO MUESTRA		Material	BIOANTROPOLÓGICO
Sitio		Unidad Anatómica	
Colección			
Individuo			
Tumba		Observaciones:	

peso muestra (gr.)		
Responsable extracción		
Responsable Proyecto		
Fecha de Extracción		

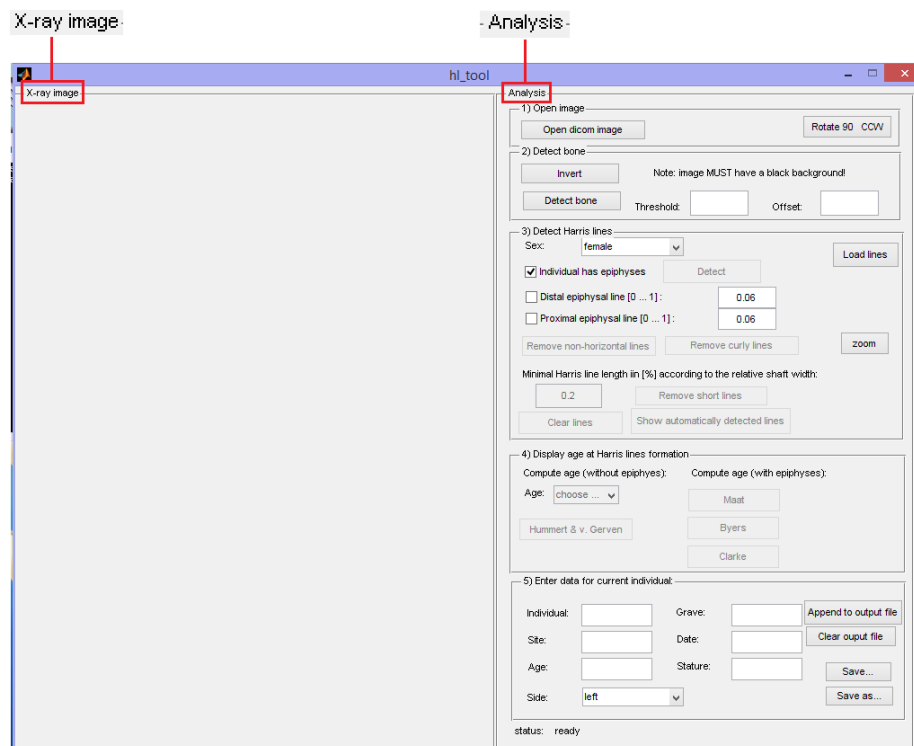
ANEXO C. GUÍA DE USO SOFTWARE "HARRIS LINES DETECTION AND ANALYSIS TOOL". Tomada de (25).

El software "Harris Lines Detection and Analysis Tool" (desde ahora "HLTool"), es una herramienta que permite la detección semiautomática y el análisis de las líneas de Harris en las radiografías digitales de tibias. Sus principales funciones y aplicaciones son:

- a) La detección semiautomática de líneas de Harris.
- b) Medición digital de los huesos.
- c) Cálculo automático de la edad de formación de cada línea de Harris.
- d) Generación de una base de datos (hoja excel) con todos los datos analizados.

EL SOFTWARE

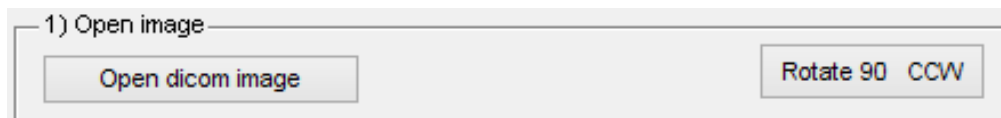
La plataforma del software consta de una ventana dividida en dos secciones. La primera, "X-ray image", en la que se visualizara la imagen radiográfica (a la derecha), y la segunda, "Analysis", en la que se encuentran los controles (a la izquierda).



LOS CONTROLES "Analysis"

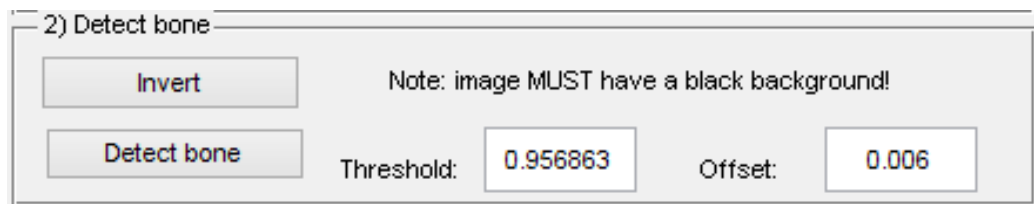
1) "Open image" ("abrir imagen")

Cuenta con los botones "Open dicom image" ("abrir imagen dicom"), que permite seleccionar la imagen radiográfica con la que se trabajara, y "Rotate 90 CCW" (Rotar 90°), para rotar la imagen.



2) "Detect bone" ("detectar hueso")

Cuenta con los botones "Invert", permite cambiar el fondo de la imagen a negro o blanco, y "Detect bone", al presionarlo en la imagen se marca las zonas que son efectivamente hueso, para delimitar el área de acción del software.

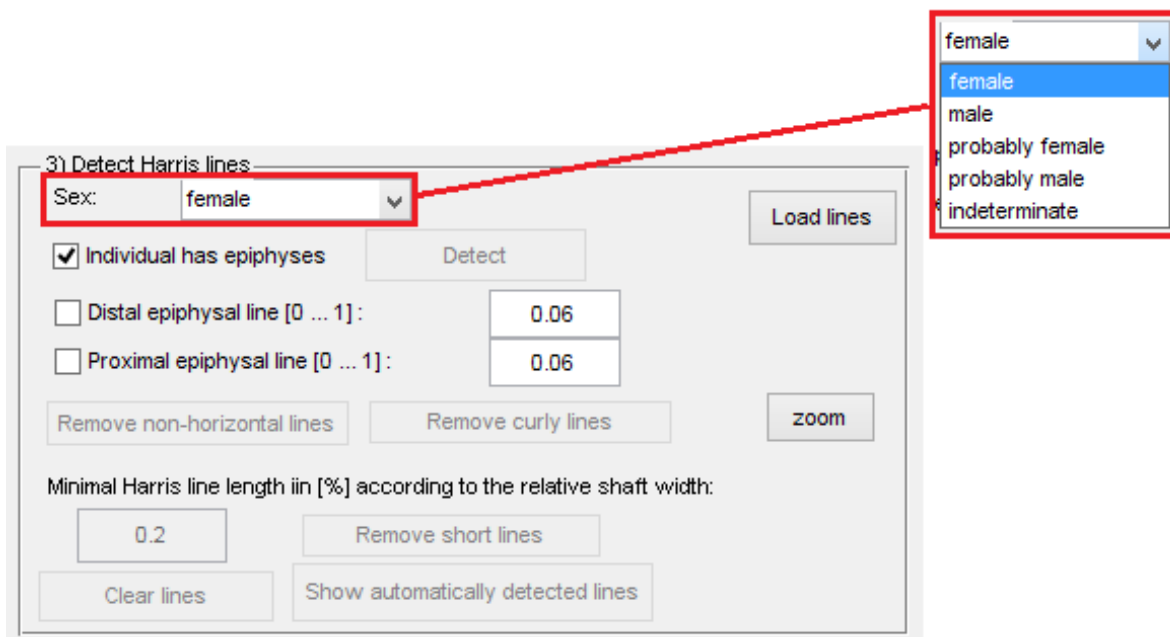


3) "Detect Harris lines" ("detectar líneas de Harris")

Cuenta con diferentes opciones y botones:

- "Sex" (sexo), se despliegan varias opciones: "female" ("femenino"), "male" ("masculino"), "probably female" ("probablemente femenino"), "probably male" ("probablemente masculino") y "indeterminate" ("indeterminado").
- Opciones: "Individual has epiphyses" ("individuos tiene epífisis"), "Distal epiphysal line" ("línea epífisis distal") y "Proximal epiphysal line" ("línea epífisis proximal").
- Botón "Detect" ("detectar"), al presionarlo se inicia el análisis de la imagen.
- Botón "Load lines" ("cargar líneas"), al seleccionarlo se pueden cargar imágenes ya analizadas por el software.
- Botón "Remove non-horizontal lines" ("remover líneas no horizontales"), al presionarlo se remueven las líneas detectadas que no son estrictamente horizontales de la imagen.

- Botón "Remove curly lines" ("remover líneas curvas"), al presionarlo se remueven las líneas curvas detectadas de la imagen.
- "Minimal Harris line length in [%] according to the relative shaft width" ("longitud mínima de la línea de Harris de acuerdo con el ancho del eje"), se debe seleccionar la longitud mínima de las líneas de Harris.
- Botón "Remove short lines" ("remover líneas cortas"), al presionarlo se remueven las líneas que no cumplen con la longitud mínima seleccionada en la opción anterior.
- Botón "Clear lines" ("limpiar líneas"), al presionarlo se borran de la imagen las líneas de Harris detectadas por el software.
- Botón "Show automatically detected lines" ("mostrar líneas detectadas automáticamente"), al presionarlo se muestran todas las líneas de Harris detectadas por el software.

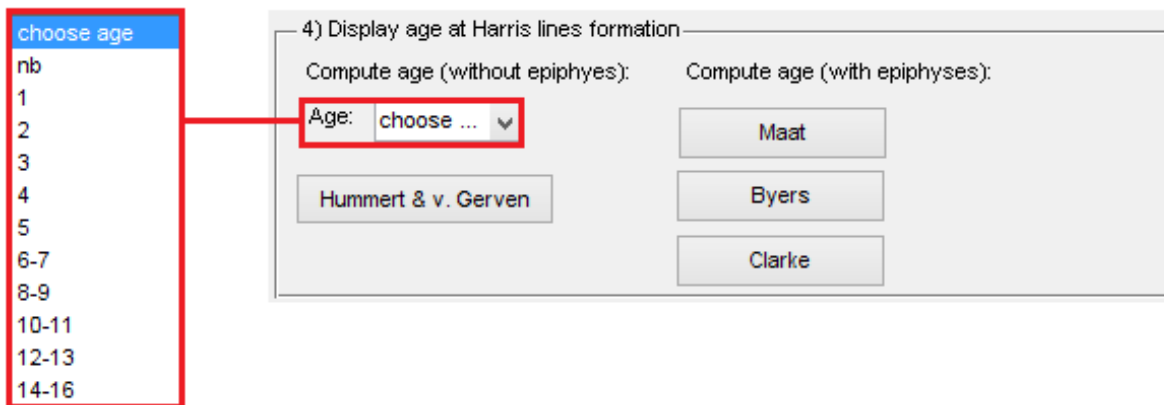


4) "Display age at Harris lines formation" ("visualización de la edad de formación de las líneas de Harris)

Se identifican dos áreas, que se activan dependiendo de las características de la imagen analizada:

"Compute age (without epiphyses)" ("calcular edad sin epífisis")

- "Age" ("edad"), se despliegan varias opciones: "nb", "1", "2", "3", "4", "5", "6-7", "8-9", "10-11", "12-13", "14-16".
- Botón "Hummert & V. Gerven", al presionarlo se calcula la edad de formación de todas la líneas de Harris según el método de Hummert & V. Gerven.
- "Compute age (with epiphyses)" ("calcular edad con epífisis")
- Botón "Maat", al presionarlo se calcula la edad de formación de todas la líneas de Harris según el método de Maat.
- Botón "Byers", al presionarlo se calcula la edad de formación de todas la líneas de Harris según el método de Byers.
- Botón "Clarke", al presionarlo se calcula la edad de formación de todas la líneas de Harris según el método de Clarke.



5) "Enter data for current individual" ("ingresar datos del individuo actual")

Cuenta con los siguientes casilleros: "Individual" ("individuo"), "Grave" ("tumba"), "Site" ("sitio"), "Date" ("fecha"), "Age" ("edad"), "Stature" ("estatura"), y la opción desplegable "Side" ("lado") con "left" ("izquierdo") y "righth" ("derecho").

Botones:

- "Append to output file" ("anexar al archivo de salida"), al presionarlo se anexan al archivo de salida .xls los datos obtenido.
- "Clear output file" ("limpiar del archivo de salida"), al presionarlo se borran en el archivo de salida .xls los últimos datos obtenidos.

- "Save" ("guardar"), al presionarlo se guarda en el archivo de salida .xls los datos obtenidos.
- "Save as" ("guardar como"), al presionarlo el crea el archivo de salida .xls en el cual se guardarán los datos obtenidos.

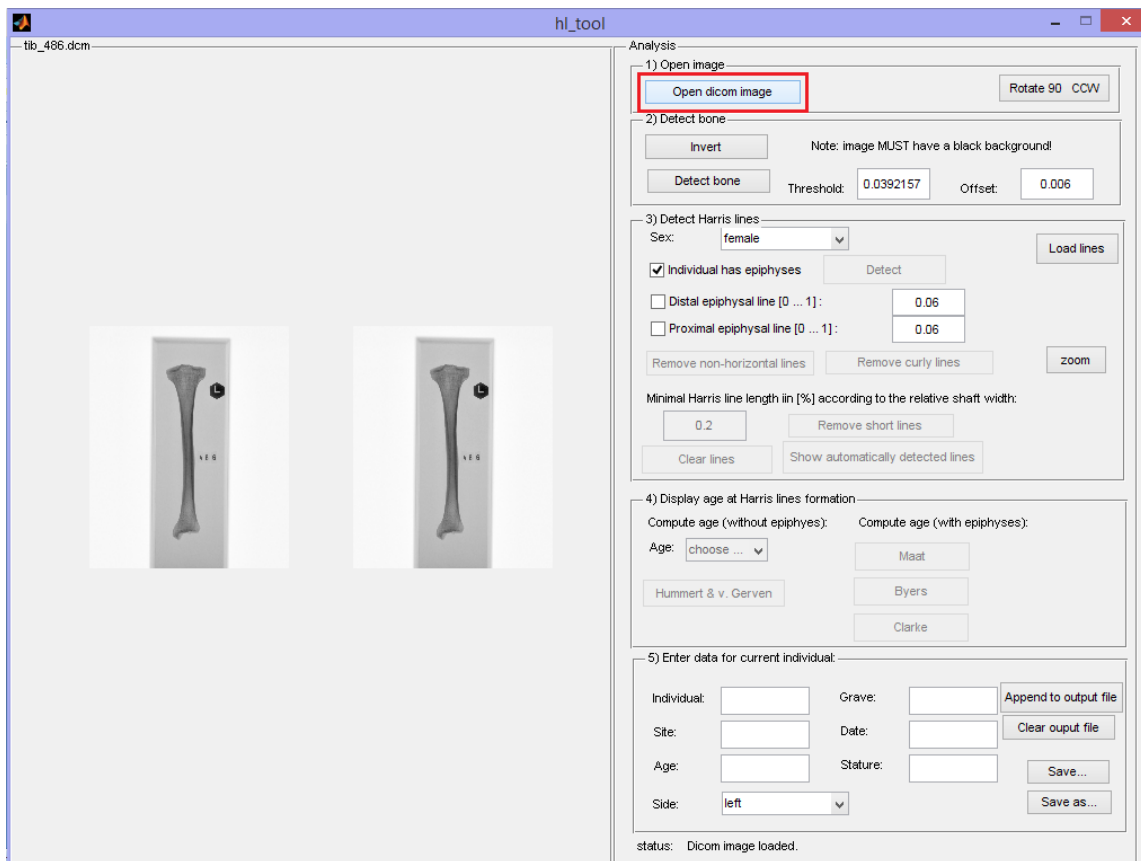
5) Enter data for current individual:

Individual:	<input type="text"/>	Grave:	<input type="text"/>	Append to output file
Site:	<input type="text"/>	Date:	<input type="text"/>	Clear output file
Age:	<input type="text"/>	Stature:	<input type="text"/>	Save...
Side:	<input type="text" value="left"/>			Save as...

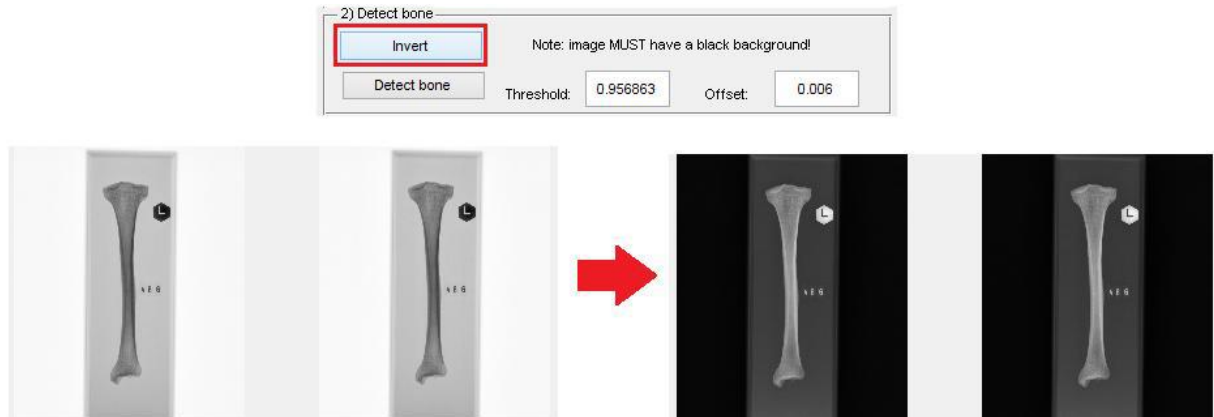
left
left
right

PASOS A SEGUIR:

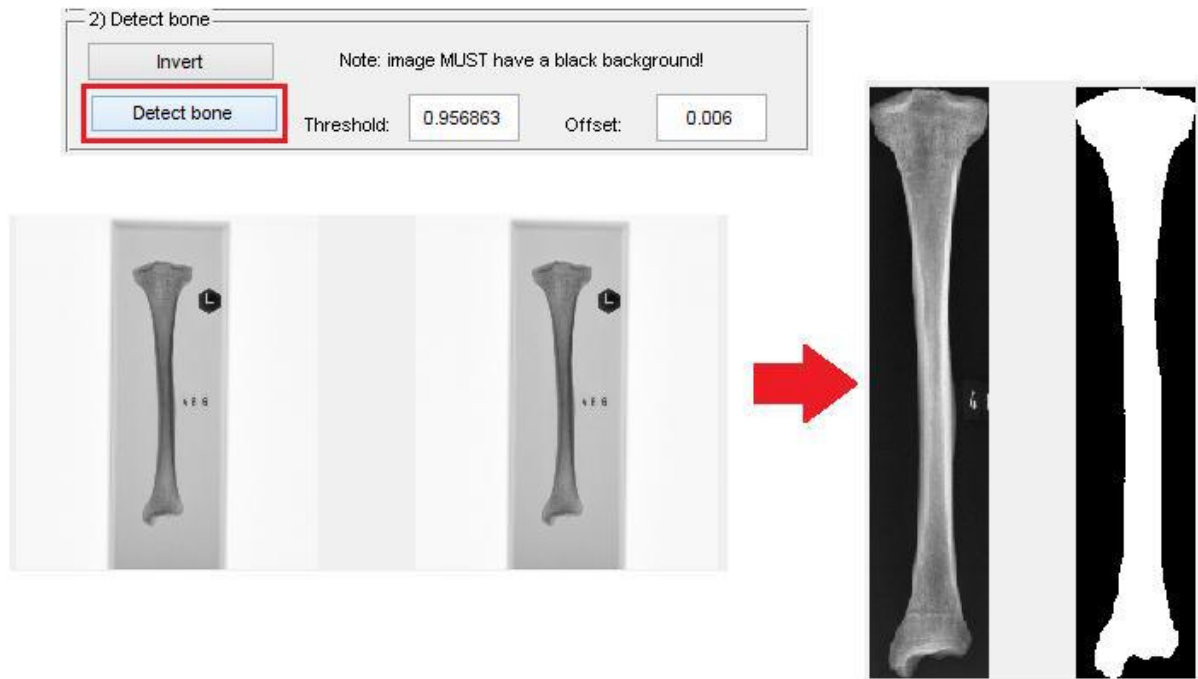
1º El primer paso es abrir la imagen radiográfica que se desea analizar. Se debe presionar el botón "Open dicom image", una vez seleccionada la imagen (siempre en formato DICOM) esta se visualizará en la plataforma.



2° Preparación de la imagen: Es necesario que la radiografía tenga fondo negro. Si no es así, se debe presionar el botón "Invert" para cambiar el fondo.

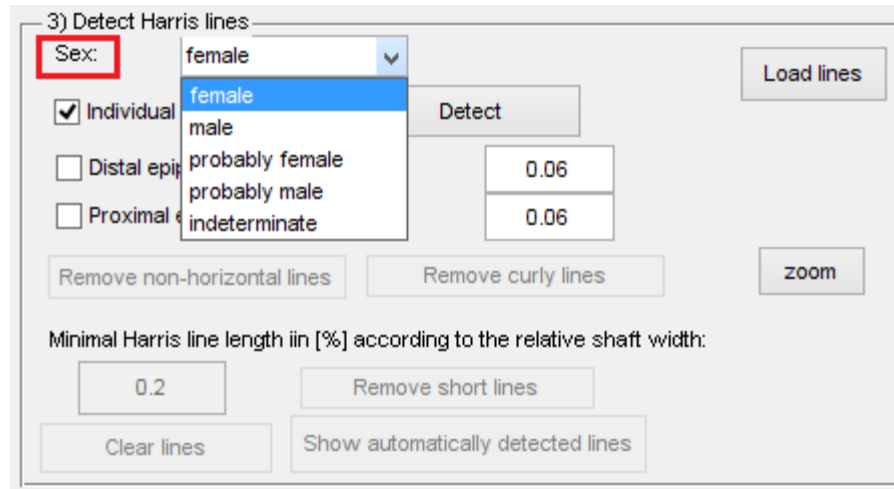


Luego, se debe presionar el botón "Detect bone", para detectar solo lo que corresponde a hueso de la imagen (dejando de lado artefactos, como son identificación del lado anatómico, etc). La imagen final será de mayor tamaño y el hueso se visualizará totalmente blanco.

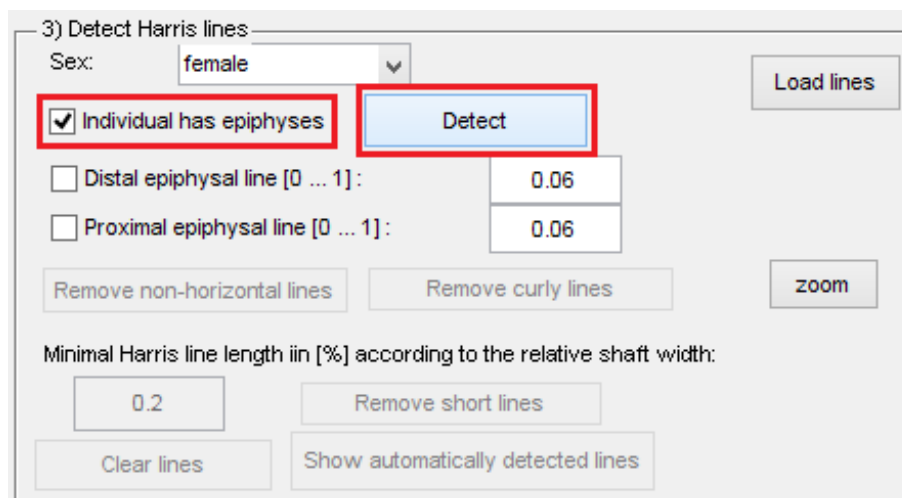


3° El siguiente paso es la detección de las líneas de Harris.

En la opción "Sex" se debe seleccionar una de las cinco categorías desplegadas (como se ve en la imagen).



Luego, según sea el caso, se elige una de las opciones: "Individual has epiphyses", "Distal epiphysal line" o "Proximal epiphysal line". Una vez completadas ambas acciones, se debe presionar el botón "Detect" para iniciar el análisis de la imagen. Para caso de este ejemplo, se seleccionó "female" y "Individual has epiphyses".



Una vez finalizado el análisis, es posible visualizar en la imagen las líneas de Harris detectadas por el software (líneas blancas).



4° Una vez detectadas las líneas se puede trabajar en ellas. No todas son realmente líneas de Harris, por lo cual, se deben considerar ciertos criterios para identificar las reales y, así, evitar falsos positivos que puedan modificar los resultados del análisis.

Los criterios que se consideran son: las líneas solo pueden exhibir un ángulo entre 45° y 135° respecto al eje longitudinal del hueso, y deben cubrir como mínimo el 30% del ancho del eje de este mismo.

Por esto, se consideran los botones "Remove non-horizontal lines", "Remove curly lines", al presionarlos se eliminan de la imagen, efectivamente, las líneas que son curvas y/o no horizontales. Además, se debe ingresar la longitud mínima de las líneas, para este caso será de 0.3, una vez ingresado al presionar el botón "Remove short lines", se eliminarán de la imagen las líneas que no cumplan este criterio.

3) Detect Harris lines

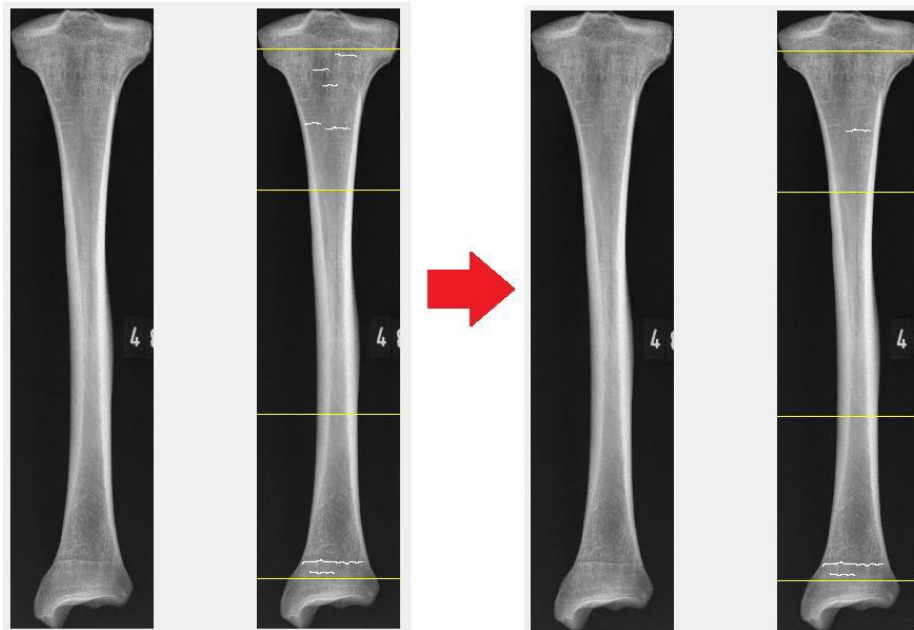
Sex:

Individual has epiphyses

Distal epiphysal line [0 ... 1]:

Proximal epiphysal line [0 ... 1]:

Minimal Harris line length in [%] according to the relative shaft width:

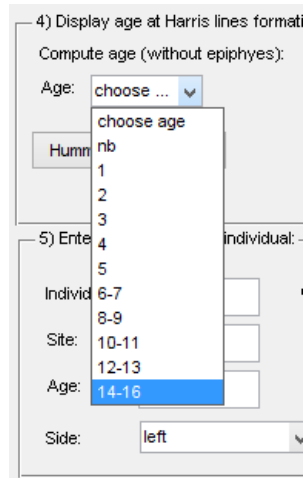


5° Calcular edad de formación de las líneas de Harris

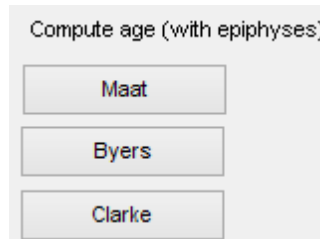
Una vez detectadas las líneas de Harris se activan los controles para calcular la edad de aparición de cada una de ellas por medio de cuatro métodos.

Si el hueso correspondiera a un individuo niño, se activan los controles de "Compute age (without epiphyses)". Se debe elegir uno de los rangos de edad que se despliegan en la opción "Age", como

se muestra en la imagen, y presionar el botón "Hummert & v. Gerven", y se calculará la edad de las líneas según ese método.



En caso contrario, si corresponde a un individuo adulto, se activan los controles de "Compute age (with epiphyses)". Se debe elegir el botón correspondiente al método que queremos usar para calcular la edad de formación, ya sea, "Maat", "Byers" o "Clarke".



ANEXO D. TABLAS DE CONTEO DE LÍNEAS DE HARRIS (LH) EN LA PROYECCIÓN LATERAL DE TIBIA.

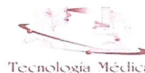


TABLA: CONTEO DE LÍNEAS DE HARRIS (LH) EN LA PROYECCIÓN LATERAL DE TIBIA.

DR(A): _____

N°	ID	TIBIA	ESTADO	LARGO ESTIMADO	LH EN LA MITAD PROXIMAL		LH EN LA MITAD DISTAL		PC
1	1-1504	DER	COMPLETA	37cm			2	3	3mpx 5mpx
2	1-1504	IZQ	COMPLETA	37cm		2	1	2	3mpx 5mpx
3	4-1512	IZQ	COMPLETA	37cm			2	2	3mpx 5mpx
4	21-2514	IZQ	COMPLETA	34cm	2	3	1	3	3mpx 5mpx
5	28-2523	DER	COMPLETA	34cm			4	4	3mpx 5mpx
6	41-2536	IZQ	COMPLETA	31cm			1		3mpx 5mpx
7	73-2562	IZQ	FRAGMENTADA (2)	35cm	3	4	2	4	3mpx 5mpx
8	88-2564	IZQ	COMPLETA	37cm			1	1	3mpx 5mpx
9	95-2578	IZQ	FRAGMENTADA (2)	38cm	1		2	1	3mpx 5mpx
10	101-2582	DER	INCOMPLETA	36cm	3	1	—	—	3mpx 5mpx
11	101-2582	IZQ	INCOMPLETA	36cm	—	—			3mpx 5mpx
12	103-2566	DER	FRAGMENTADA (2)	36cm			1	1	3mpx 5mpx
13	108-2589	IZQ	COMPLETA	35cm			2	1	3mpx 5mpx
14	112-2587	DER	FRAGMENTADA (2)	36cm	8	3	1	4	3mpx 5mpx
15	112-2587	IZQ	FRAGMENTADA (2)	36cm	2	1	3		3mpx 5mpx
16	114-2595	DER	COMPLETA	32cm			1		3mpx 5mpx
17	114-2595	IZQ	COMPLETA	33cm		1		1	3mpx 5mpx
18	122-2599	DER	COMPLETA	37cm				1	3mpx 5mpx
19	140-2613	DER	COMPLETA	36cm			1	1	3mpx 5mpx

Fr Lat Fr Lat

- **TIBIA COMPLETA:** Existe una tibia completa del individuo sin rasgos de fractura.
- **TIBIA INCOMPLETA:** Existe sólo un extremo de la tibia del individuo.
- **TIBIA FRAGMENTADA (2):** Existe una tibia completa del individuo con un rasgo de fractura que divide al hueso en dos fragmentos. Teniendo ambos fragmentos en imágenes separadas.

TABLA: CONTEO DE LÍNEAS DE HARRIS (LH) EN LA PROYECCIÓN LATERAL DE TIBIA.

DR(A): _____

N°	ID	TIBIA	ESTADO	LARGO ESTIMADO	LH EN LA MITAD PROXIMAL	LH EN LA MITAD DISTAL	PC
1	1-1504	DER	COMPLETA	37cm	0	0	3mpx 5mpx
2	1-1504	IZQ	COMPLETA	37cm	0	0	3mpx 5mpx
3	4-1512	IZQ	COMPLETA	37cm	0	2	3mpx 5mpx
4	21-2514	IZQ	COMPLETA	34cm	3	0	3mpx 5mpx
5	28-2523	DER	COMPLETA	34cm	0	3	3mpx 5mpx
6	41-2536	IZQ	COMPLETA	31cm	0	0	3mpx 5mpx
7	73-2562	IZQ	FRAGMENTADA (2)	35cm	0	0	3mpx 5mpx
8	88-2564	IZQ	COMPLETA	37cm	0	0	3mpx 5mpx
9	95-2578	IZQ	FRAGMENTADA (2)	38cm	0	0	3mpx 5mpx
10	101-2582	DER	INCOMPLETA	36cm	0	—	3mpx 5mpx
11	101-2582	IZQ	INCOMPLETA	36cm	—	0	3mpx 5mpx
12	103-2566	DER	FRAGMENTADA (2)	36cm	0	0	3mpx 5mpx
13	108-2589	IZQ	COMPLETA	35cm	0	0	3mpx 5mpx
14	112-2587	DER	FRAGMENTADA (2)	36cm	0	2	3mpx 5mpx
15	112-2587	IZQ	FRAGMENTADA (2)	36cm	2	0	3mpx 5mpx
16	114-2595	DER	COMPLETA	32cm	0	0	3mpx 5mpx
17	114-2595	IZQ	COMPLETA	33cm	0	0	3mpx 5mpx
18	122-2599	DER	COMPLETA	37cm	0	1	3mpx 5mpx
19	140-2613	DER	COMPLETA	36cm	0	0	3mpx 5mpx

- **TIBIA COMPLETA:** Existe una tibia completa del individuo sin rasgos de fractura.
- **TIBIA INCOMPLETA:** Existe sólo un extremo de la tibia del individuo.
- **TIBIA FRAGMENTADA (2):** Existe una tibia completa del individuo con un rasgo de fractura que divide al hueso en dos fragmentos. Teniendo ambos fragmentos en imágenes separadas.

TABLA: CONTEO DE LÍNEAS DE HARRIS (LH) EN LA PROYECCIÓN LATERAL DE TIBIA.

DR(A): _____

N°	ID	TIBIA	ESTADO	LARGO ESTIMADO	LH EN LA MITAD PROXIMAL	LH EN LA MITAD DISTAL	PC
1	1-1504	DER	COMPLETA	37cm	0	3	3mpx 5mpx
2	1-1504	IZQ	COMPLETA	37cm	2	2	3mpx 5mpx
3	4-1512	IZQ	COMPLETA	37cm	0	4	3mpx 5mpx
4	21-2514	IZQ	COMPLETA	34cm	3	6	3mpx 5mpx
5	28-2523	DER	COMPLETA	34cm	0	7	3mpx 5mpx
6	41-2536	IZQ	COMPLETA	31cm	0	0	3mpx 5mpx
7	73-2562	IZQ	FRAGMENTADA (2)	35cm	2	3	3mpx 5mpx
8	88-2564	IZQ	COMPLETA	37cm	0	0	3mpx 5mpx
9	95-2578	IZQ	FRAGMENTADA (2)	38cm	0	0	3mpx 5mpx
10	101-2582	DER	INCOMPLETA	36cm	3	—	3mpx 5mpx
11	101-2582	IZQ	INCOMPLETA	36cm	—	1	3mpx 5mpx
12	103-2566	DER	FRAGMENTADA (2)	36cm	0	0	3mpx 5mpx
13	108-2589	IZQ	COMPLETA	35cm	0	5	3mpx 5mpx
14	112-2587	DER	FRAGMENTADA (2)	36cm	2	6	3mpx 5mpx
15	112-2587	IZQ	FRAGMENTADA (2)	36cm	1	3	3mpx 5mpx
16	114-2595	DER	COMPLETA	32cm	0	1	3mpx 5mpx
17	114-2595	IZQ	COMPLETA	33cm	0	0	3mpx 5mpx
18	122-2599	DER	COMPLETA	37cm	0	1	3mpx 5mpx
19	140-2613	DER	COMPLETA	36cm	0	0	3mpx 5mpx

- **TIBIA COMPLETA:** Existe una tibia completa del individuo sin rasgos de fractura.
- **TIBIA INCOMPLETA:** Existe sólo un extremo de la tibia del individuo.
- **TIBIA FRAGMENTADA (2):** Existe una tibia completa del individuo con un rasgo de fractura que divide al hueso en dos fragmentos. Teniendo ambos fragmentos en imágenes separadas.