



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE ANTROPOLOGÍA



**ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL ADULTA: APLICACIÓN DEL
MÉTODO UBELAKER Y PARRA EN UNA MUESTRA
CONTEMPORÁNEA DE LA REGIÓN CUSCO – 2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CHRISTIAN SEBASTIAN QUISPE YUPAYCCANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN ANTROPOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

De manera especial a mi hermana mayor Diana Chris por su apoyo, consejos, enseñanzas y siempre haber creído en mí.

A mis padres, hermanas y hermano que me apoyan incondicionalmente.



AGRADECIMIENTOS

A la escuela profesional de Antropología de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno por todos los conocimientos impartidos en mi formación académica.

A mi asesor de tesis M.Sc. David Benjamín Antezana Bustinza y a los miembros del jurado calificador, M.Sc. Fredy Ruben Reyes Apaza, Lic. Dimaz Ccori Valdivia y M.Sc. Zenon Ramos Estofanero por las observaciones y correcciones hechas a este trabajo de investigación.

Un agradecimiento muy especial a tres profesionales que sin sus enseñanzas, ayuda y consejos no hubiese podido concluir este proyecto Mg. Alejandro Rodríguez Zegarra, CD. Sharon Holgado Ponce y Lic. Lucio Condori Humpiri.

A todos los profesionales que laboran en la Morgue Central de Cusco por su hospitalidad y ayuda en mi formación académica.

A la Sociedad de la Beneficencia Pública de Cusco por el permiso y la hospitalidad.

A mis amigos y maestros Mg. Elva Torres Pino, Dr. Juan pablo Dieguez Ramirez, Mg. Nilda Flor Montes, Bach. Hugo Yucra Olivera, Lic. Genaro Escobar Nina y Lic. Esmeralda Avalos Dueñas por la ayuda, consejos y observaciones en mi formación académica y la realización de esta investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... 17

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 19

1.2.1. Pregunta general 19

1.2.2. Pregunta específica 19

1.3. JUSTIFICACIÓN 19

1.4. OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN 20

1.4.1. Objetivo general..... 20

1.4.2. Objetivo específico 20

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 22

2.1.1. Antecedentes internacionales..... 22



2.1.2. Antecedentes nacionales	26
2.1.3. Antecedentes locales.....	28
2.2. MARCO TEORICO	29
2.2.1. Método Lamendin y colaboradores	29
2.2.2. Método Prince y Ubelaker	30
2.2.3. Método González-Colmenares y colaboradores.....	31
2.2.4. Método Smith y colaboradores.....	32
2.2.5. Método Debra y Konigsberg	33
2.2.6. Método Ubelaker y Parra.....	34
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
2.4.1. Hipótesis descriptiva.....	39
2.4.2. Hipótesis nula	39

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA.....	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.2.1. Población	40
3.2.2. Tamaño de muestra.....	40
3.3. TIPO DE MUESTREO	41
3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRA	41
3.5.1. Criterios de inclusión.....	41



3.5.2. Criterios de exclusión	41
3.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	41
3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.9. ANALISIS ESTADÍSTICO	44
3.10. ANALISIS DE ERROR INTER-OBSERVADOR EN LA FIABILIDAD DE MEDICIONES	45
3.10.1. Evaluación del error inter-observador en 15 dientes monoradiculares	45
3.10.2. Evaluación del error inter-observador en 24 dientes monoradiculares	46
3.11. ANALISIS DEL ERROR INTRA-OBSERVADOR EN LA FIABILIDAD DE MEDICIONES	46
3.11.1. Evaluación de error intra-observador en 15 dientes monoradiculares.....	46
3.12. DATOS GENERALES DE LA MUESTRA.....	48
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. RESULTADOS Y EXPOSICIÓN DE DATOS.....	50
4.1.1. Distribución por sexo y categoría en la muestra total.....	50
4.1.2. Analisis de las variables que estiman la edad en la muestra total	51
4.1.3. Exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) por categoría de edad	52
4.1.4. Exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) por grupo de edad simplificada.	54
DISCUSIÓN	56
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67



ANEXOS.....73

Línea de investigación: Ciencias forenses

Área: cultura, sociedad y medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de septiembre 2020



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación del Coeficiente de correlación intraclase (CCI) según Fleiss.....	45
Tabla 2. Concordancia para los tres observadores para altura de la raíz	45
Tabla 3. Concordancia para los tres observadores para la transparencia de la raíz	45
Tabla 4. Concordancia para los tres observadores para la regresión periodontal	45
Tabla 5. Concordancia por pares para la regresión periodontal.....	46
Tabla 6. Concordancia para un observador para altura de la raíz	46
Tabla 7. Concordancia para un observador para la transparencia radicular	46
Tabla 8. Concordancia para un observador para la regresión periodontal.....	47
Tabla 9. Prueba de normalidad para la muestra total.....	47
Tabla 10. Prueba de normalidad para grupos de edades simplificadas.....	47
Tabla 11. Datos de la muestra.....	48
Tabla 12. Distribución por sexo.....	50
Tabla 13. Distribución por categoría de edad	50
Tabla 14. Correlación de las variables que estiman la edad en la muestra total.....	51
Tabla 15. Análisis descriptivo de la edad estimada y cronológica	51
Tabla 16. Error medio en la estimación de edad según Ubelaker y Parra (2008).....	52
Tabla 17. Error medio y desviación de la edad estimada en todas las categorías de edad ..	52
Tabla 18. Prueba de significancia entre la edad cronológica y la edad estimada en la muestra total	53
Tabla 19. Distribución por categoría de edad simplificada	54
Tabla 20. Error medio y desviación de la edad estimada para los dos grupos de edad simplificada	54



Tabla 21. Prueba de significancia entre la edad cronológica y la edad estimada en el grupo etario de adultos medios	56
Tabla 22. Prueba de significancia entre la edad cronológica y la edad estimada en el grupo etario de adultos mayores	56



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Comparación de rangos de error del método Ubelaker y Parra (2008) con los rangos de error hallados en esta investigación.....	53
Grafico 2. Relación entre la edad cronológica y la edad estimada por el método Ubelaker y Parra (2008) en el grupo de adultos medios (30-49).....	55
Grafico 3. Relación entre la edad cronológica y la edad estimada por el método Ubelaker y Parra (2008) en el grupo de adultos mayores (50<).....	55



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura de la raíz	42
Figura 2. Transparencia radicular	42
Figura 3. Periodontosis	42
Figura 4. Entrada de cementerio de San José de Huancaro	81
Figura 5. Interior del cementerio de San José de Huancaro	81
Figura 6. Almacén de restos óseos humanos	82
Figura 7. Interior de almacén de restos óseos humanos	82
Figura 8. Trabajo de campo en interior de almacén	83
Figura 9. Trabajo de campo en interior de almacén	83
Figura 10. Muestra seleccionada en primera etapa.....	84
Figura 11. Muestra seleccionada en segunda etapa	84
Figura 12. Individuo seleccionado de almacén.....	85
Figura 13. Piezas dentales separadas para análisis	85
Figura 14. Algunos instrumentos utilizados en el trabajo de campo.....	86
Figura 15. Pieza dental de individuos N° 05 de segunda etapa de investigación.....	86
Figura 16. Pieza dental de individuos N° 05 de segunda etapa de investigación.....	87
Figura 17. Individuo N° 01 de primera etapa de investigación	87
Figura 18. Individuo N° 01 de primera etapa de investigación	87
Figura 19. Individuo N° 02 de primera etapa de investigación	88
Figura 20. Individuo N° 02 de primera etapa de investigación	88
Figura 21. Individuo N° 03 de primera etapa de investigación	88
Figura 22. Individuo N° 03 de primera etapa de investigación	88



Figura 23. Individuo N° 04 de primera etapa de investigación	88
Figura 24. Individuo N° 04 de primera etapa de investigación	88
Figura 25. Individuo N° 05 de primera etapa de investigación	89
Figura 26. Individuo N° 05 de primera etapa de investigación	89
Figura 27. Individuo N° 06 de primera etapa de investigación	89
Figura 28. Individuo N° 06 de primera etapa de investigación	89
Figura 29. Individuo N° 07 de primera etapa de investigación	89
Figura 30. Individuo N° 07 de primera etapa de investigación	89
Figura 31. Individuo N° 08 de primera etapa de investigación	90
Figura 32. Individuo N° 08 de primera etapa de investigación	90
Figura 33. Individuo N° 09 de primera etapa de investigación	90
Figura 34. Individuo N° 09 de primera etapa de investigación	90
Figura 35. Individuo N° 10 de primera etapa de investigación	90
Figura 36. Individuo N° 10 de primera etapa de investigación	90
Figura 37. Individuo N° 11 de primera etapa de investigación	91
Figura 38. Individuo N° 11 de primera etapa de investigación	91
Figura 39. Individuo N° 12 de primera etapa de investigación	91
Figura 40. Individuo N° 12 de primera etapa de investigación	91
Figura 41. Individuo N° 13 de primera etapa de investigación	91
Figura 42. Individuo N° 13 de primera etapa de investigación	91
Figura 43. Individuo N° 14 de primera etapa de investigación	92
Figura 44. Individuo N° 14 de primera etapa de investigación	92
Figura 45. Individuo N° 15 de primera etapa de investigación	92
Figura 46. Individuo N° 15 de primera etapa de investigación	92



Figura 47. Individuo N° 16 de primera etapa de investigación	92
Figura 48. Individuo N° 16 de primera etapa de investigación	92
Figura 49. Individuo N° 17 de primera etapa de investigación	93
Figura 50. Individuo N° 17 de primera etapa de investigación	93
Figura 51. Individuo N° 01 de segunda etapa de investigación	93
Figura 52. Individuo N° 02 de segunda etapa de investigación	93
Figura 53. Individuo N° 03 de segunda etapa de investigación	93
Figura 54. Individuo N° 04 de segunda etapa de investigación	93
Figura 55. Individuo N° 05 de segunda etapa de investigación	94
Figura 56. Individuo N° 06 de segunda etapa de investigación	94
Figura 57. Individuo N° 07 de segunda etapa de investigación	94
Figura 58. Individuo N° 08 de segunda etapa de investigación	94
Figura 59. Individuo N° 10 de segunda etapa de investigación	94
Figura 60. Individuo N° 11 de segunda etapa de investigación	94
Figura 61. Individuo N° 12 de segunda etapa de investigación	95
Figura 62. Individuo N° 13 de segunda etapa de investigación	95



RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la exactitud del método desarrollado por Ubelaker y Parra en el año 2008, para esto se aplicó la ecuación de regresión generada por este estudio en una muestra de población adulta contemporánea de Cusco conformada por 43 piezas monoradiculares pertenecientes a 25 varones y 4 mujeres con un rango de edad de 30 a 73 años. La aplicación de este método implicó la medición de tres características dentales que permitió obtener la edad dental estimada, conociendo la edad cronológica al tiempo de muerte de la muestra de este estudio se evaluó la exactitud de este método sobre los márgenes de error hallados. Así mismo la presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, con un nivel de investigación descriptivo-correlacional y tipo de estudio observacional, prospectivo y transversal, puesto que se describió el fenómeno observado sin intervenir en las variables, en una unidad de tiempo determinado hacia adelante. En los resultados se encontró que sólo la transparencia radicular aumenta significativamente con la edad cronológica ($P=0.003 < \alpha=0.05$), pero la regresión periodontal y altura de raíz no se correlacionan con la edad cronológica ($P=0.145$, $P=0.124$, respectivamente $> \alpha=0.05$), este método no muestra diferencias significativas ($P=0.368 > \alpha=0.05$) en individuos que están en un rango de edad de 30 a 49 años donde el error medio fue de 5.88 años, sin embargo en individuos mayores a 50 años se encontró un error medio de 15.78 años y si se evidenciaron diferencias significativas ($P=0.000 < \alpha=0.05$). El error medio total hallado fue de 11.18 años con una desviación estándar de 8.85 años, por lo que la exactitud de este método aplicado sobre una población más específica es confiable.

Palabras claves: Antropología física, antropología forense, exactitud, edad dental, identificación, Lamendin, precisión



ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the accuracy of the method developed by Ubelaker and Parra in 2008. To do this, the regression equation generated by this study was applied to a sample of contemporary adult population in Cusco, consisting of 43 monoradicular pieces belonging to 25 men and 4 women with an age range of 30 to 73 years.. The application of this method implied the measurement of three dental characteristics that allowed to obtain the estimated dental age. Knowing the chronological age at the time of death of the sample of this study, the accuracy of this method was evaluated on the margins of error discovered. Likewise, the present research was of a quantitative approach, with a descriptive-correlational research level, and an observational, prospective and transversal type of study, since the observed phenomenon was described without intervening in the variables, in a determined unit of time forward. The results showed that only root transparency increased significantly with chronological age ($P=0.003 < \alpha=0.05$), but periodontal regression and root height did not correlate with chronological age ($P=0.145$, $P=0.124$, respectively $>\alpha=0.05$), this method does not show significant differences ($P=0.368>\alpha=0.05$) in individuals who are in an age range of 30 to 49 years where the mean error was 5.88 years, however in individuals over 50 years an average error of 15.78 years was found and if significant differences were evident ($P=0.000<\alpha=0.05$). The mean total error found was 11.18 years with a standard deviation of 8.85 years, so the accuracy of this method applied on a more specific population is reliable.

Keywords: Physical anthropology, forensic anthropology, accuracy, dental age, identification, Lamendin, precision



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La estimación de la edad adulta es una parte fundamental en la elaboración del perfil biológico de individuos no identificados en el ámbito bioantropológico forense, por lo que se aplican métodos que examinan determinadas regiones diagnósticas del tejido óseo y dental del cuerpo humano, con el fin de estimar el grado o fase de una variante morfológica continua que está relacionada con la edad cronológica, la importancia de este parámetro junto a los otros (sexo, filiación étnica y estatura) es que reduce la búsqueda a partir de la coincidencia del desaparecido con la descripción establecida por todos los parámetros (Adserias-Garriga y Tejada, 2020).

La validación de estos métodos ha sido muy importante para avance de la ciencia forense en general, en lo que respecta a la estimación de la edad, validación vendría a estar relacionada con la precisión y exactitud de un método aplicado sobre una población diferente a la muestra de referencia, por lo tanto si los valores encontrados son comparables favorablemente con las descripciones del método en otra población se estaría validando su aplicabilidad. Sin embargo, se ha sugerido que los rangos de error de estimación de estos métodos se pueden disminuir si se aplican sobre poblaciones más específicas (Prince y Ubelaker, 2002; González-Colmenares et al. 2007; Ubelaker y Parra, 2008; Garizoain et al., 2020); es decir, poblaciones que comparten un entorno y herencia en común, bajo estos principios es como se ha adaptado el modelo de estimación de edad del método Ubelaker y Parra (2008) sobre población peruana, empero estas sugerencias se podrían cuestionar en una país tan diverso como es el Perú probablemente por tres razones, la primera relacionada al



tipo estructura genética del poblador peruano, donde el contenido amerindio no es uniforme y varía entre un 70% y 100%, dependiendo de la ubicación geográfica de cada región (Iannacone y Parra, 2020), la segunda relacionada con las diferencias funcionales adaptativas del organismo del nativo de tierras bajas y altas (Frisancho, 2013) y la última que se relaciona con el desarrollo ontogénico poblacional que repercute en los ritmos de crecimiento y el desarrollo dental de cada región (Gracia y García, 2016). En ese sentido esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) en la estimación de la edad en una muestra de la población adulta contemporánea de la región Cusco.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La búsqueda de personas desaparecidas en el contexto histórico, víctimas de conflictos armados internos, catástrofes naturales o alguna situación de violencia humana extrema, es un problema social y cultural latente a nivel mundial. Esta problemática empezó a tener mayor énfasis tras finalizar la segunda guerra mundial y los métodos convencionales usados para la identificación de personas en condición NNs desde aquel entonces se han ido perfeccionando gradualmente. Para identificar a una persona en estados de esqueletización o descomposición biológica avanzada, se necesita conocer su perfil biológico (sexo, edad, estura, lateralidad, filiación biológica) y para estimar la edad se necesita del uso de varias técnicas y métodos desarrollados en distintas partes del cuerpo humano (a nivel de huesos y dientes) tanto a nivel macroscópico y microscópico.

La estimación de la edad en estos escenarios es utilizado para reducir la lista de posibles personas desaparecidas (Christensen et al., 2014). En la actualidad muchas de las técnicas y métodos son observadas en su aplicación porque fueron desarrolladas en



poblaciones norteamericanas y europeas, donde las características fenotípicas y genotípicas difieren del poblador latinoamericano dentro de la gran variabilidad biocultural existente dentro de ella. Por esta razón, la tendencia actual en las ciencias forenses recomienda la creación o el ajuste de técnicas estandarizadas o ya validadas a nivel internacional en poblacionales regionales y locales con el fin de reducir el margen de error y elevar la exactitud en sus estimaciones. En el contexto peruano se ha tomado en consideración estas nuevas propuestas y se han aplicado y evaluado muy pocas técnicas estandarizadas como las de Iscan y Loth (1984), Suchey y Brooks (1990), Lamendin et al. (1992), Lovejoy et al. (1985), etc. Sin embargo muy pocos de estos estudios cumplen con los requisitos mínimos para la admisibilidad de la prueba a partir de los criterios de Daubert (1993) por lo que su dictamen como prueba ante un tribunal podría ser motivo de serias observaciones (Grivas y Komar, 2008).

Douglas Ubelaker y Roberto Parra hicieron uso de tres métodos (Bang y Ramm, 1970; Lamendin et al., 1992; Prince y Ubelaker, 2002) para estimar la edad en población peruana basados en el estudio del envejecimiento dental y de esta manera se logró validar la técnica de Prince y Ubelaker (2002), siendo este el que obtuvo mejores resultados, asimismo desarrollaron una fórmula de regresión para disminuir el error medio en la estimación de edad para la población peruana. Con la aplicación de esta ecuación de regresión para estimar la edad en individuos adultos usando piezas dentales monoradiculares en una muestra de población Cusqueña, responderemos a la interrogante relacionada sobre: cuál sería la confiabilidad de este método cuando es aplicado en poblaciones locales donde el impacto de la variación poblacional puede ser mayor en los resultados de estimación en términos de exactitud. En ese sentido se plantean las siguientes interrogantes:



1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta general

- ¿Cuál es la exactitud de la técnica Ubelaker y Parra (2008) en la estimación de la edad en una muestra de la población adulta contemporánea de la región Cusco?

1.2.2. Pregunta específica

- ¿Cuál es la exactitud de la técnica Ubelaker y Parra (2008) en la estimación de la edad en una muestra de la población adulta contemporánea de la región Cusco según categoría de edad?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la antropología forense está contribuyendo científicamente con respuestas en el ámbito jurídico, legal y humanitario sobre la desaparición de personas y muertes violentas en el mundo, a través de la estimación del perfil biológico (edad, sexo, talla y ancestro) de cuerpos humanos en diferentes estados de descomposición y en algunas ocasiones determinando la causa más probable de muerte y forma de la muerte a partir de las lesiones óseas (Kimmerle y Baraybar, 2011), son los objetivos centrales de esta disciplina científica.

Para lograr estos objetivos, la antropología forense se sirve de métodos recomendados y reconocidos internacionalmente aplicados a regiones diagnosticas del tejido óseo y piezas dentales. Los dientes por el tipo de composición mineral otorgan mayor resistencia y dureza siendo los que mejor se conservan en el tiempo a pesar de los factores tafonómicos.

Dentro del proceso de identificación de una persona buscada, la estimación de la edad dental a través de la transparencia radicular en adultos ha sido uno de los métodos donde



antropólogos y odontólogos han puesto mucho énfasis, las investigaciones llevadas a cabo por Prince y Ubelaker (2002) y la reafirmación del estudio de González-Colmenares et al. (2007) sugieren que se deben elaborar técnicas en poblaciones específicas considerando su variabilidad biocultural para obtener resultados confiables cuando se aplican a individuos de un área diferente a la muestra de referencia (Baccino y Schmitt, 2006).

Esta investigación pretende demostrar la exactitud de la técnica Ubelaker y Parra (2008) en una población con características fenotípicas similares, a través de la medición de ciertas características dentales para estimar la edad dental promedio.

Asimismo, este estudio servirá de sustento para comprender si la aplicación de la ecuación de regresión propuesta por Ubelaker y Parra (2008) es confiable y válido o deba ser ajustada a una muestra más considerable de la sierra del Perú. La tendencia científica actual, dentro de este campo forense, sugieren estudios regionales y locales con el fin de no eludir al “modelo del desarrollo de la adaptación” propuesta por Roberto Frisancho que explica el origen de la variación humana a través del tiempo y espacios diferentes (Parra, 2017), considerando las recomendaciones dentro de este campo sobre la precisión y exactitud.

1.4. OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Determinar la exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) en la estimación de la edad en una muestra de población adulta contemporánea de la región Cusco

1.4.2. Objetivo específico



Determinar la exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) a través de la estimación de la edad en una muestra de población adulta contemporánea de la región Cusco según categoría de edad.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Soomer y otros (2003), En su estudio evaluaron la confiabilidad y validez de ocho métodos publicados de estimación de la edad dental para adultos. Calcularon la edad con una muestra de 20 dientes de 10 individuos masculinos y 10 femeninos de edad conocida con un rango de edad de 14 a 95 años todos de edad conocida según los métodos de Kvaal (para dientes in situ y extraídos), Solheim (para dientes in situ y seccionados), Lamendin (para dientes extraídos), Johanson (para dientes seccionados) y Bang (para dientes extraídos y seccionados) por un observador independiente. Para cada método, la media de error de edad y el error estándar se evaluaron como las medidas de precisión y exactitud. Además, evaluaron la simplicidad del método, los requisitos para la preparación dental y el equipo necesario dando recomendaciones para uso forense en diversas situaciones. Los métodos para dientes seccionados dieron resultados más confiables en comparación con los métodos para dientes intactos.

Retamal y Ubelaker (2011), En su investigación titulada “Evaluación de tres métodos de estimación de edad adulta basados en la altura de la raíz translúcida, altura de periodontosis y altura de raíz en una muestra chilena” su objetivo fue evaluar tres métodos de estimación de edad, basados en la transparencia radicular, su muestra estuvo compuesta



por 92 dientes de raíz única perteneciente 92 individuos (46 varones y 46 mujeres) con un rango de edad de 22 a 88 años de edad que están actualmente conservados en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile, en sus resultados encontraron de un error medio total de 11.392 para el método Prince y Ubelaker (formula hembras blancas), 11.392 para Ubelaker y Parra, 12.667 para Prince y Ubelaker (formula hombres blancos), 13.017 para Lamendin y otros, 14.708 para Prince y Ubelaker (formula mujeres negras), y 15.633 para Prince y Ubelaker (formula hombres negros), sin embargo el método Prince y Ubelaker (formula blancos) mostro una desviación estándar de 6.549 que superior a los demás métodos concluyendo que el método Prince y Ubelaker (formula varones blancos) es el que ofrece mejores resultados en Población chilena, sin embargo en individuos donde se desconoce el sexo, el método Lamendin ofrece mejores resultados.

Ackermann y Steyn (2014), En su investigación titulada “Una prueba del método de Lamendin de estimación edad en caninos Sudafricanos” donde su objetivo fue probar la exactitud del método lamendin con un muestra de 537 caninos superiores e inferiores extraídos de 498 individuos adultos que obtenidos de las colecciones de esqueletos humanos de la Universidad de Pretoriam, Sudáfrica y la Universidad de Witwatersrand, Johannesburgo Sudáfrica, en sus resultados encontraron una correlación muy baja con la edad en las tres características analizadas (altura de la trasparencia, periodontosis y altura raíz), y un error medio total de 15.1 en toda su muestra, al adaptar la fórmula original del método los errores de estimación fueron de 12 a 15 años, concluyendo que el método de lamendin evidencia limitaciones.



Lopes y otros (2014), En su investigación titulada “Estimación de la edad por la transparencia y periodontosis dental: exactitud del método lamendin en una muestra brasilera” tuvo como objetivo principal evaluar la exactitud de esta técnica con una muestra de 49 dientes uniradiculares extraídos de 26 individuos esqueléticos adultos (7 mujeres y 19 hombres) con un rango de 30 a 81 años de edad pertenecientes al cementerio de Guarilhos y donados posteriormente al centro de investigación de ciencias forenses del instituto de medicina forense de Guarulhos, en sus resultados encontraron un error medio de 1.62 para menores 39 años, un error medio de -7.55 en individuos de 40-59 años, y un error medio de -21.06 para individuos mayores a 60 años, concluyendo que el método lamendin es eficaz en el primer grupo, aceptable en la estimación del rango del segundo grupo, y pierde su eficacia en individuos mayores a los 60 años.

Angelis y otros (2015), En su investigación titulada “La aplicabilidad del método Lamendin para restos esqueléticos enterrados por un periodo de 16 años: una nota de precaución” tuvieron como objetivo principal examinar la fiabilidad del método lamendin en cadáveres enterrados durante 16 años, su muestra estuvo compuesta por 91 dientes monoradiculares pertenecientes a 21 individuos adultos y fueron extraídos del cementerio de Cimitero Maggiore di Milano, en sus resultados al aplicar las fórmulas de los métodos Lamendin, y Prince y Ubelaker, encontraron un error medio de 21.0 años y un sesgo medio de 20.5 años, para Lamendin, y un error medio de 18.9 y sesgo de 18.0 años para Prince y Ubelaker, ambos métodos mostraron una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la edad estimada frente a la edad real, concluyendo que el entierro, aunque sea por un breve periodo de tiempo puede influir significativamente en el método de Lamendin.



Santoro y otros (2015), En su investigación titulada “Comparación de la validación de tres métodos dentales para la estimación de la edad basados en translucidez de la raíz del diente” su objetivo evaluar la correlación entre la translucidez de las raíz de dientes monoradiculares con la edad, utilizando los métodos Lamendin y otros, Prince y Ubelaker, y Singhal y otros. Su muestra estuvo compuesta por 100 dientes monoradiculares en su mayoría dientes enfermos, extraídos de 69 individuos con un rango de edad entre 13 y 91 años de edad, en sus resultados encontraron que el método lamendin en el 23% de los casos los errores fueron de 10 y 15 años, en 33% estuvieron por encima de los 15 años, el método de Prince y Ubelaker se encontró un porcentaje de error de 17.4% entre los 10 y 15 años y 25.6% de error de estimación sobre 15 años de edad, por último el método de Singhal y otros, se mostró errores de estimación de 10 y 15 años en el 8% de los casos, y en el 9% errores por encima de los 15 años, concluyendo que el método de Singhal y otros, es más exacto que los otros dos métodos en dientes enfermos.

Regalado y otros (2017), En su estudio pone a prueba técnica Bang y Ramm sobre transparencia radicular la muestra estuvo compuesta por dientes procedentes de una colección esquelética de edad conocida de un cementerio contemporáneo del estado de Hidalgo en México. Los dientes incluidos en su estudio fueron unirradiculares. El coeficiente de correlación entre la edad conocida y la edad estimada es alto mostrando un índice de 0.75 y una diferencia entre edad conocida y estimada de -3.06 años, mostrando que las predicciones subestiman la edad real concluyendo que el empleo de la transparencia radicular muestra bondad en la estimación.



Zorba y otros (2018), En su investigación titulada “Una evaluación de los métodos dentales de Lamendin y Prince y Ubelaker para la estimación de la edad adulta en una muestra de griegos modernos” evaluaron la exactitud de estos dos métodos en una muestra de 1436 dientes uniradiculares pertenecientes a 306 individuos adultos (161 hombres y 145 mujeres) con un rango de edad de 21 a 96 años para varones, y 20 a 97 años para mujeres, de los cuales 206 individuos fueron donados del Departamento de Medicina Forense y Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional y Kapodistrian de Atenas, y los otros 100 individuos restantes procedieron de la colección de esqueletos de la Universidad Nacional de Atenas, las conclusiones a las que llegaron al separar su muestra en tres grupos de edad(20-29, 30-59 y ≥ 60) y evaluar la exactitud de las técnicas para cada grupo, fue de una sobreestimación de 10 años para los menores de 30 años, una inexactitud de 5 a 9 para el grupo de mediana edad, y para el tercer de 60 años a más, observaron una subestimación hasta de 22 de años.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ibarra Apaza (2008), En su investigación titulada “Evaluación de la aplicación de la técnica Lamendin en una muestra peruana contemporánea: una contribución para la estimación de la edad” tuvo como objetivo determinar el margen de error de la técnica Lamendin con una muestra de 100 dientes monoradiculares pertenecientes a 100 individuos adultos (72 masculinos y 28 femeninos) con un rango de edad 23 a 98 años que fueron extraídos de la Morgue Central de Lima en Perú, en sus resultados encontraron un margen de error confiable para individuos que están el rango de 25 a 55 años de edad, al correlacionar la edad cronológica con la edad estimada encontraron que este método podía explicar el 87.13



% en la muestra total, el error global que descubrió fue de 8.11 años, por lo que concluyo que la aplicación de este método sobre población peruana era significativamente apropiado.

Vilcapoma (2012), Su investigación fue contrastar el método dental modificado para la estimación de la edad basados en los métodos de Lamendin, Prince-Ubelaker y Ubelaker-Parra, en individuos adultos de Lima Metropolitana. Su muestra consistió en 50 dientes uniradiculares de pacientes adultos de 25 a 75 años extraídos en diferentes Centros de Salud de Lima Metropolitana. Valido la aplicabilidad de los tres métodos dentales para estimar la edad dental, de su estudio concluyo que el método lamendin no fue valido para estimar la edad y en el caso del método de Prince-Ubelaker ($r=0.996$), comparado con el de Ubelaker-Parra ($r=0.889$), el primero fue más preciso que el segundo, con ello desarrollo una fórmula dental específica para la estimación de la edad basado en el modelo de Prince-Ubelaker.

Muerrieta y Vela (2018), En su estudio determinaron la diferencia entre los valores de edad según las técnicas de Lamendin, Vilcapoma y Colmenares aplicados en una muestra de 94 occisos adultos con un rango de edad de 18 a 85 años recolectadas en el Ministerio Público de la División Médico Legal II de Iquitos entre los años 2014 y 2018, compararon la edad cronológica y edad de la técnica Lamendin obteniendo diferencias estadísticas en sus valores ($p= 0,034$). Luego se compararon la edad cronológica con la edad de la técnica Colmenares, no encontrándose diferencias significativas; es decir, sus valores son similares ($p= 0,053$). Al analizar la edad cronológica con la edad de la técnica Vilcapoma corroboraron que no existe diferencias significativas ($p= 0,877$) concluyeron que la estimación de la edad



con la técnica Vilcapoma y la técnica Colmenares no difiere de la edad cronológica, Deduciendo de que la técnica Vilcapoma es la más fiable por tener mayor coincidencia con la edad cronológica a diferencias de las otras dos técnicas.

Sánchez (2018), En su estudio determino la eficacia de dos métodos de transparencia radicular para la estimación de la edad adulta, de Lamendin y la de Bang and Ramm en cadáveres Adultos de la región de Huánuco, su muestra estuvo compuesta por 30 Cadáveres de ambos sexos de edades entre 25 a 90 años de la Morgue Central de Huánuco, siendo los premolares inferiores los dientes de elección, En relación a la eficacia del Método de Lamendin, evidencio que el método lamendin para determinar la edad en cadáveres según la transparencia de la dentina radicular es poco eficaz para la población de Huánuco; concluyendo que el Método de Bang and Ramm con un 83 % tiene mayor Eficacia al momento de estimar la edad de Cadáveres Adultos y el método de Lamendin con un 23% de Eficacia.

2.1.3. Antecedentes locales

Garcia (2017), En su estudio estimaron la edad en adultos mediante tres métodos dentarios. Su muestra estuvo compuesta de 30 piezas dentarias permanentes unirradiculares extraídas por motivos ortodónticos, enfermedad periodontal, de adultos de 25 a 80 años de edad, de los cuales 18 piezas dentarias fueron obtenidas en el servicio de Odontología del Centro de Salud de “Túpac Amaru” y 12 piezas dentarias de los diferentes centros odontológicos de Cusco. Los resultados observados fueron que el método de Vilcapoma en



el grupo dentario de caninos es el más fiable presentando una sobreestimación de 5 años y una subestimación de 4 años, de igual manera en el grupo dentario incisivos laterales la sobreestimación fue de 4 años y la subestimación de 1 año; siendo no así en el grupo dentario incisivos centrales, donde el método más fiable es el de Lamendin presentando una sobreestimación de “0” años y una subestimación de 2 años. De los tres métodos concluyeron que el método de Vilcapoma tiene la mayor fiabilidad en relación con los dos métodos.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Método Lamendin y colaboradores

Lamendin y colaboradores en el año 1992 presentaron un método para estimar la edad de adultos a partir de dientes monoradiculares intactos, su investigación tomo en consideración la periodontosis y la transparencia radicular como variables más predictivas de la edad dental, su muestra de trabajo para la elaboración de su método estuvo compuesta de 306 dientes extraídos de la necropsia de 208 individuos franceses con un rango de edad de 22 a 90 años de los cuales 135 fueron masculinos y 73 eran femeninos siendo 198 individuos de su muestra total de origen caucásico y 10 de origen negroide, la aplicación de este modelo implica la medición de tres características dentales tomadas en su superficie bucal:

Altura de la raíz (medida tomada entre la distancia de la unión amelocementaria hasta el ápice de la raíz)

Altura de la periodontosis (medida tomada entre distancia de la unión amelocementaria y marca que deja la degeneración de tejidos que rodean los dientes)



Altura de la transparencia radicular (medida tomada entre ápice y la transparencia máxima observada)

Estas mediciones son expresadas en la siguiente ecuación:

$$\text{Edad} = 0.18 \times P + 0.42 \times T + 25.53$$

Donde:

P = periodontosis x 100/altura de la raíz

T = transparencia radicular x 100/ altura de la raíz

En sus resultados encontró un error medio entre la edad real y la edad estimada de \pm 10 años para su muestra de trabajo (208 individuos) y \pm 8.4 años para una muestra de control compuesta por 45 casos forenses.

Concluyendo que la aplicación de este método ofrece resultados muy razonables y de intereses para casos forenses, aunque no se recomienda su aplicación para individuos menores de 40 años y mayores de 80 años, porque los sesgos de estimación podrían ser muy amplios, sugiriendo para tales casos aplicación de otros métodos antropológicos.

2.2.2. Método Prince y Ubelaker

Debra Prince y Douglas Ubelaker en el año 2002 evaluaron la exactitud del método Lamendin et al. (1992) en una muestra de 400 dientes uniradiculares pertenecientes a 359 individuos adultos (94 mujeres negras, 72 mujeres blancas, 98 hombres negros y 95 hombres blancos) con un rango de edad de 25 a 99 años que se encuentran depositados en la colección Terry del Museo Nacional Smithsonian de Historia Natural en Washington, D.C.



En sus resultados encontraron un error medio de 8.2 años con una desviación estándar de 6.9 años, sin embargo al considerar la ascendencia y el sexo de los individuos los errores de estimación disminuyeron, a partir de estos resultados se propusieron nuevos modelos de estimación de edad:

Negras femeninas:

$$A = 1.63 (RH) + 0.48 (P) + 0.48 (T) + (-8.41).$$

Blancas femeninas:

$$E = 1.10 \times (RT) + 0.31 \times (P) + 0.39 \times (T) + 11.82$$

Blancos masculinos:

$$E = 0.15 (RH) + 0.29 (P) + 0.39 (T) + 23.17$$

Negros masculinos:

$$A = 1.10 (RH) + 0.31 (P) + 0.47 (T) + 1.70.$$

A pesar de no mostrar una correlación significativa con la edad real, la altura de raíz (RH) fue considerada por este estudio como un indicador independiente, puesto que reduce el error medio de estimación.

Concluyeron que los errores de estimación son más exactos en los grupos de 30 a 69 años de edad, fuera de este rango, individuos menores de 30 años y mayores de 69 años, los errores medios son mucho mayores, por lo cual sugieren que este método sea combinado con otros métodos.

2.2.3. Método González-Colmenares y colaboradores



González-Colmenares y colaboradores en el año 2007 probaron la exactitud de los métodos de Lamendin et al. (1992) y Prince y Ubelaker (2002) en una muestra de población mediterránea de España, y una muestra de población mestiza de Colombia extraídas de durante las necropsias, en el instituto de medicina legal y ciencias forenses de Colombia.

Su muestra de población mediterránea española estuvo compuesta por 79 dientes pertenecientes a 79 individuos (45 machos y 34 hembras) con un rango de 25 a 90 años de edad, y su muestra de población colombiana estuvo compuesta por 78 dientes pertenecientes a 78 individuos (71 machos y 7 hembras) con un rango de 25 a 87 años de edad. A partir del analisis realizado sobre muestra española, generaron la siguiente ecuación de regresión:

$$E = (0.87 \times RH) + (0.18 \times P) + (0.47 \times T) + 11.22$$

Esta ecuación que utiliza los mismos principios del método lamendin, fue aplicada sobre población colombiana, mostrando un error medio de -0.03 años, una desviación estándar de 5.12 y un error medio estándar de 0.58 superando en exactitud al método de Lamendin que mostro obtuvo un error medio de -0.36 años, una desviación estándar de 5.33 y un error medio estándar de 0.60.

Concluyendo que los errores de estimación disminuyen al elaborarse formulas específicas para cada tipo de población.

2.2.4. Método Smith y colaboradores

Smith y colegas en el año 2010, investigaron varios sistemas de predicción estadística que relacionan a la periodontosis y la transparencia radicular con la edad, su muestra estuvo compuesta por 214 individuos (114 hombres y 100 mujeres) con un rango de 26 a 91 años



de edad, extraídos de la colección Terry que se encuentra en el museo de historia natural, en Washington, D.C.

Este estudio evito los sesgos de los estudios de Lamendin et al. (1992) y Prince y Ubelaker (2002), quienes consideraron en su muestra varios dientes de un mismo individuo, en sus resultados encontraron un error medio total de 13.67 años, que fue superior a los errores medios encontrados en los estudios de Lamendin (10 años), y Prince-Ubelaker (8.2 años), proponiendo la siguiente ecuación

$$\text{Edad} = 20.591 + 0.516(T) + 0.336(P)$$

Posteriormente aplicaron una regresión logística multinominal y el método bayesiano, sin embargo encontraron un porcentaje de predicción insatisfactorio, sugiriendo que el principal inconveniente, son los dos criterios dentales (periodontosis y transparencia radicular) que usa este método, que muestra una variación notorio a nivel poblacional y una correlación baja entre ambos indicadores y la edad. Sin embargo recomiendan su aplicación en la práctica actual, por su simplicidad y rapidez en la mesa de autopsias y situaciones de desastre masivo en particular para las personas de entre 40 y 60 años de edad.

2.2.5. Método Debra y Konigsberg

Debra Prince y Lyle Konigsberg en el año 2008 analizaron la translucidez de la raíz apical y la recesión periodontal a través de la aplicación de los métodos de calibración inversa de Lamendin et al. (1992), Prince y Ubelaker (2002), y un método bayesiano, su muestra consto de 401 individuos (359 hombres y 42 mujeres) de edad y sexo conocido, con un rango de 18 a 90 años de edad, los individuos fueron identificados por el equipo forense para el Tribunal Penal Internacional para la ex Yugoslavia.



En sus resultados encontraron que el método Bayesiano al igual que los métodos de calibración inversa tienden a sobreestimar la edad del grupo de edad joven (18-29 años) y subestimar la edad del grupo de edad mayor (60+ años), sin embargo la probabilidad con la aplicación del método Bayesiano mejora la estimación en ambos grupos, porque en el grupo joven no tiene la limitación de la constante (25,53 y 23,17 años) de las fórmulas de los métodos de calibración inversa, permitiendo que la estimación de edad en menores de 25 años pueda aplicarse, asimismo en el grupo de adultos el enfoque bayesiano reduce el margen de error.

2.2.6. Método Ubelaker y Parra

Ubelaker y Parra en el año 2008 aplicaron los enfoques metodológicos de Bang y Ramm (1970), Prince y Ubelaker (2002), y Lamendin et al. (1992) para estimar la edad en una muestra de población adulta de 17 regiones diferentes de Perú.

Su muestra estuvo compuesta por 100 monoradiculares pertenecientes a 100 individuos adultos (28 mujeres y 72 hombres) con un rango de edad de 21 a 87 años que fueron recolectados durante las necropsias del Instituto de Medicina Legal de Perú.

De los tres enfoques utilizados el que ofreció mejores resultados fue el método de Prince y Ubelaker (2002), por lo que basándose en los principios de este método formularon la siguiente ecuación regresión múltiple adaptada para población peruana:

$$\text{Edad} = 31.71 - 1.18RT + 5.81PH + 3.14RTH$$

Los errores medios hallados a partir de este nuevo modelo fueron de 6.84 con una desviación estándar de 6.32 para muestra femenina, 6.08 con una desviación estándar de 5.86 para muestra masculina y error un medio total de 6.29 con una desviación estándar de 5.97



para la muestra total, estos resultados comparados con los otros métodos fueron superiores en exactitud, a pesar que evidenciaron que las diferencias poblaciones tienen un impacto mínimo sobre exactitud del método de Lamendin et al. (1992) específicamente sobre la característica de la transparencia radicular, se sumaron a la literatura que recomienda que la máxima exactitud se logra con la formulación de ecuaciones sobre poblaciones más específicas.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Edad biológica

Son los indicadores morfológicos de la edad, que reflejan la adaptación continua del esqueleto al estrés biomecánico y la participación en el metabolismo mineral, el crecimiento, la remodelación y la enfermedad que variarán a lo largo de la vida de un individuo y también entre individuos de la misma edad natural. En conjunto, estos indicadores morfológicos constituyen una descripción del aspecto físico (fenotípico) real de los huesos (Nawrocki, 2010).

Edad dental

Es la formación de gérmenes dentarios, grado de mineralización que hayan alcanzados, grados de formación de dientes erupcionados y no erupcionados en individuos no hayan alcanzado la madures física, y desarrollo corporal termino, en adultos se establece por el desgaste dental, formación de dentina secundaria, formación de cemento, transparencia de dentina de raíz, periodontosis, cambios en el color y composición química (González et al., 2018).



Edad cronológica

La edad cronológica se define estrictamente por el tiempo: cuántos años, meses y días calendarios han pasado desde el nacimiento (Garvin et al., 2012).

Dientes

Los dientes son órganos duros, pequeños, de color blanco amarillento, dispuestos en forma de arco en ambos maxilares, que componen en su conjunto el sistema dentario. Los dientes están compuestos por tres tejidos duros: esmalte, cemento y dentina, y uno blando: la pulpa dentaria. Salvo el primero de origen ectodérmico, los restantes derivan del mesodermo. Recubriendo el esmalte, pero sin que resulte observable a simple vista, se dispone la membrana de Nasmyth o cutícula dentis, cuya importancia anatómica es relativa en los referente a la morfología dental (Figun y Gariño, 2015)

Dentina

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. La porción coronaria de la dentina está recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que la región radicular está tapizada por el cemento. Interiormente la dentina delimita una cavidad, denominada cámara pulpar, que contiene la pulpa dental (Sanchez et al., 2009).

Odontoblastos

Las células de la dentina se llaman odontoblastos. Cada uno es cilíndrico y de 4-7 μm de diámetro, con un largo y fino proceso que surge del extremo, que se va estrechando a medida que penetra en todo el grosor de la dentina. El proceso tiene muchos diminutos vástagos a lo largo de su longitud, algunos de los cuales se interconectan con los vástagos de



otros procesos. Los odontoblastos secretan la matriz inicial de predentina y la mineralizan para producir una dentina madura. Una vez totalmente diferenciados, no se vuelven a dividir y cada uno permanece viable durante toda la vida del diente (Hillson, 1996).

Túbulos dentinales

Los procesos odontoblastos ocupan los túbulos dentinarios que irradian desde la cámara pulpar, disminuyendo su longitud y aumentando su espaciamiento. En el grueso de la dentina, especialmente en la región cervical, los túbulos siguen una suave trayectoria en forma de S que se curva hacia abajo hasta el apical y luego hacia arriba hasta el oclusal, y muchos muestran también una curvatura en forma de sacacorchos secundaria. Los vástagos del proceso odontoblástico se acomodan en pequeños canales que salen de los lados de los túbulos. Son particularmente densos hacia el EDJ, donde los procesos terminan en ramas en forma de Y (Hillson, 1996).

Matriz intertubular

La matriz intertubular caracteriza el grueso de la dentina tanto en la corona como en la raíz. Su componente más grande son las fibrillas de colágeno fino, cada una de ellas de unos 100 nm de diámetro, intercaladas con sustancia de tierra. El tejido de las fibrillas dentro de la matriz varía en complejidad. La mayoría forman un fieltro aleatorio en un plano paralelo a la superficie predentina en desarrollo pero, donde los túbulos son densos, el fieltro es menos aleatorio y las fibrillas están reunidas en haces. Además, unas pocas fibrillas cortan a través de este plano, para que corran paralelas a los túbulos dentinarios (Hillson, 1996).

Matriz de dentina peritubular



La matriz peritubular está compuesta en gran parte de sustancia terrestre, con muy pocas fibrillas de colágeno. Un mejor nombre para ella podría ser matriz dentinaria intratubular, porque recubre los túbulos dentinarios en lugar de rodearlos. No está presente en la superficie de la capa predentina, aunque se secreta antes de que se produzca cualquier mineralización. El espesor de la matriz peritubular varía a lo largo de la longitud de los túbulos, pero la unión entre la matriz peritubular y la intertubular es siempre abrupta (Hillson, 1996).

Dentina esclerótica

Conocida también como esclerosis de la dentina, esta patología está asociada a la oclusión de los lúmenes de los túbulos dentinales por minerales de cristales de la fase hidroxiapatita, asimismo muchos estudios concuerdan en que un mecanismo de "disolución y reprecipitación" sería la causa de formación de la transparencia radicular (Porter et al., 2005).

Cristales de hidroxiapatita

La hidroxiapatita (HAP) es un biocristal, formado por átomos de calcio, fósforo, e hidrógeno, de acuerdo con la fórmula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. La HAP está presente en dientes y huesos confiriéndoles su dureza característica, pertenece a la familia de las apatitas, presenta una estructura hexagonal, con el grupo espacial P63/m. (García y Reyes, 2006).

Periodontosis

El periodonto incluye la encía, el ligamento periodontal (PDL), el hueso alveolar y el cemento dental. Su función principal es proporcionar un accesorio para los dientes al hueso alveolar. El periodonto es en realidad una articulación fibrosa del tipo de gomfosis, donde se



inserta un proceso cónico (raíz) en un receptáculo a través de un ligamento de fibra. En humanos, el periodonto es la única articulación tipo gomfosis y permite ajustes menores en la posición de los dientes. Por lo tanto, es un aparato suspensivo resistente que proporciona condiciones óptimas para las funciones masticatorias. (Tjäderhane y Paju, 2019).

Exactitud

La exactitud, también llamada validez, es el grado de conformidad de una cantidad medida o calculada con su valor real. Exactitud significa sin sesgo (Ferrante y Cameriere, 2009).

Precisión

La precisión, también llamada fiabilidad o desviación media, es el grado en el que otras mediciones o cálculos dan los mismos o similares resultados. Precisión significa pequeño error (Ferrante y Cameriere, 2009).

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis descriptiva

El grado de exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) en la estimación de la edad en una muestra de la población adulta contemporánea de la región Cusco es confiable.

2.4.2. Hipótesis nula

El grado de exactitud de la técnica Ubelaker y Parra (2008) en la estimación de la edad en una muestra de la población adulta contemporánea de la región Cusco no es confiable.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA

- **Tipo de investigación**

Cuantitativo

- **Nivel de investigación**

Descriptivo-correlacional (Según el enfoque de Hernández Sampieri)

- **Tipo de estudio**

Observacional, prospectivo y transversal

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Población

La población estuvo conformada por cuerpos esqueléticos adultos exhumados en el año 2017 pertenecientes al Cementerio de San José de Huancaro de la ciudad de Cusco.

3.2.2. Tamaño de muestra

La muestra total estuvo compuesta por 43 dientes monoradiculares pertenecen a 29 individuos adultos, el rango de edad fue de 35 a 73 años entre masculinos y femeninos con una media de edad de 50.30 años, fueron extraídos y analizados entre los meses de noviembre del 2018 a agosto del 2019, los cuales corresponden a 29 cuerpos esqueletizados que fueron exhumados en el año 2017 y que tienen un intervalo pos-mortem de 30 años a la actualidad.



3.3. TIPO DE MUESTREO

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Solo fueron seleccionados aquellos esqueletos que fueron exhumados en el año 2017, discriminando aquellos que fueron exhumados en los años 2018 y 2019.

3.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRA

3.5.1. Criterios de inclusión

- Piezas dentales monoradiculares superiores e inferiores
- Piezas dentales de cadáveres y cuerpos esqueléticos de 30 a 80 años
- Piezas dentales con caries moderada a nivel de esmalte y no hayan expuesto la dentina

3.5.2. Criterios de exclusión

- Piezas dentales con tratamiento endodónticos
- Degaste dental por atrición o abrasión a nivel de corona, estadio 3
- Piezas dentales con presencia de anomalías
- Piezas dentales con caries que haya expuesto la dentina tanto de corona como de raíz.

3.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha de recolección de datos del método Ubelaker y Parra (2008) (Anexo E)

3.7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Son dos tipos de métodos utilizados en las ciencias forenses para estimar la edad a partir de piezas dentarias, por un lado están los métodos basados en mediciones morfométricas y por el otro los métodos que utilizan recemización por aminoácidos, la

aplicabilidad de este último es complejo puesto que requiere de instalaciones especiales y experiencia en laboratorios de bioquímica. Aunado a esto, está el inconveniente que consumen mucho tiempo y son destructivos (Soomer et al., 2003). En cambio los métodos morfométricos son aplicados a modelos de regresión matemática, y están basados en las mediciones de los cambios del diente (crecimiento y desarrollo) relacionados con la edad y no requieren de preparación dental o entrenamiento especial (Lamendin et al., 1992). Por lo tanto en esta investigación se hará uso de la técnica Ubelaker y Parra (2008). Que es un método morfométrico formulado a partir del estudio de 100 cadáveres de 17 regiones en Perú, este método consiste en la medición de tres características dentales:

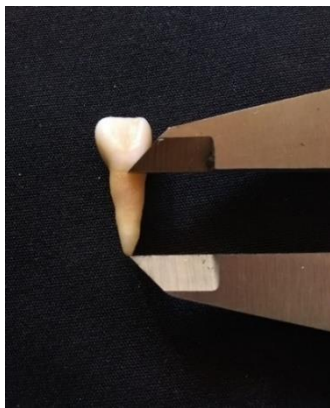


Figura 1: *Altura de la raíz*



Figura 2: *Transparencia radicular*



Figura 3: *Periodontosis*

La altura de raíz (AR), su medición está comprendida entre la línea media desde la unión cemento-esmalte hasta el ápice (figura 1).

Longitud máxima de la Transparencia radicular (ATR), esta característica puede ser observada como una zona translúcida que aumenta progresivamente hacía la región coronal (figura 2).

Longitud de la Periodontosis (AP), su medición comprende la distancia máxima entre la unión del cemento-esmalte y la línea de unión de los tejidos blandos (figura 3).



Todas estas mediciones son realizadas en la superficie labial de dientes monoradiculares y el resultado de esas mediciones es aplicado a la siguiente ecuación de regresión matemática:

$$\text{Edad} = 31.71 - 1.18AR + 5.81AP + 3.14ATR$$

3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.- Se recibió permiso del Sub Gerente de Servicios Funerarios y Cementerios de Cusco. (Anexo A)

2.- Se procedió con la selección, extracción y análisis de la muestra de esqueletos del Cementerio de San José de Huancaro de la ciudad de Cusco (Figuras 7-60)

3.- Todas las mediciones fueron tomadas con un calibrador digital marca Truper con una tolerancia de 0.002” (0.05mm) expresadas en milímetros (Figura 14)

4.- Solo para la característica dental de la transparencia radicular se confecciono una caja siguiendo los criterios de Lamendin et al. (1992), y Prince y Ubelaker (2002) que emitió luz de fondo a través de una mini linterna marca Ewto con una potencia de 400 lúmenes y sirvió para poder visualizar mejor esta característica, es preciso enfatizar que se hizo una comparación inicial sobre el uso diferentes focos y linternas con watts distintos, sin embargo no se notaron diferencias significativas puesto que la línea fronteriza entra la dentina opaca y transparente (Bang y Ramm, 1970) fue observado con relativa facilidad (Figura 2 y 14)

5.- Los datos obtenidos se aplicaron a la ecuación de regresión del método Ubelaker y Parra (2008) (Anexo D)



3.9. ANALISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el uso del paquete de análisis R estudio versión 1.3 y paquete de ofimática, para evaluar el error inter-observador de mediciones se utilizó un coeficiente de correlación de intraclass (tablas 2, 3 y 4) en 15 dientes monoradiculares pertenecientes al cementerio de San José de Cusco, ejecutado por tres observadores independientes, una odontóloga (observador 1), un antropólogo (observador 2), y el autor de esta investigación (observador 3), en un segundo momento se tuvo que volver a calibrar la periodontosis por dos de los observadores (Observador 1 y 3) en una muestra de 24 dientes pertenecientes al mismo cementerio, puesto que los factores tafonómicos habían afectado la preservación de esta característica (tabla 5). El error intra-observador fue ejecutado en la misma muestra de 15 dientes monoradiculares del cementerio de San José de Huancaro de Cusco por el autor de esta investigación en dos momentos diferentes, con un intervalo de tiempo de dos meses (tablas 6,7 y 8). Se utilizó estadística descriptiva para conocer las características de la muestra como su media, desviación estándar y rangos, para evaluar las variables dependientes (periodontosis, transparencia y altura de raíz) de la muestra se hizo uso de estadística no paramétrica puesto que algunas de ellas no cumplen con el requisito de normalidad (tabla 9), por lo que se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman.

Para determinar la exactitud en la estimación de la edad se optó por la técnica de diferencia de medias para datos pareados (edad cronológica y edad estimada) planteando la hipótesis de que la diferencia de edades es igual a 0, se aplicó la técnica considerando que la diferencia de edades por grupos de edades simplificadas (tabla 19) cumplen con la normalidad (tabla 10). La prueba de hipótesis sobre el error medio global propuesta verificara la exactitud de la estimación realizada y la exactitud por grupo de edad.

3.10. ANALISIS DE ERROR INTER-OBSERVADOR EN LA FIABILIDAD DE MEDICIONES

3.10.1. Evaluación del error inter-observador en 15 dientes monoradiculares

Tabla 1

Interpretación del Coeficiente de correlación intraclass (CCI) según Fleiss

CCI	Concordancia
< 0.4	Baja
0.4 - 0.75	Aceptable
0.75<	Excelente

Tabla 2

Concordancia para los tres observadores para altura de la raíz.

	n	CCI	Concordancia
Observadores 1-2-3	15	0.995	excelente

La **tabla 2**; muestra que el acuerdo para los tres observadores para altura de la raíz es excelente.

Tabla 3

Concordancia para los tres observadores para la transparencia de la raíz

	n	CCI	Concordancia
Observadores 1-2-3	15	0.970	excelente

En la **tabla 3**; se observa un acuerdo excelente para la altura máxima de la transparencia radicular para los tres observadores.

Tabla 4

Concordancia para los tres observadores para la regresión periodontal

	n	CCI	Concordancia
Observadores 1-2-3	15	0.728	Aceptable

La **tabla 4**; muestra que existe un acuerdo aceptable para medición de la regresión periodontal.

3.10.2. Evaluación del error inter-observador en 24 dientes monoradiculares

Tabla 5

Concordancia por pares para la regresión periodontal

	n	CCI	Concordancia
Observadores 1-3	24	0.858	Excelente

En la **tabla 5**; se observa un acuerdo excelente entre el observador 1 y 3. Solo se calibro esta medida puesto que en este tipo de muestra, los factores tafonómicos han afectado a la preservación de la mancha que dejan los tejidos blandos de fijación que rodean el diente y en algunos casos la línea de inserción periodontal no está presente, lo que dificultaba la medición de esta característica en la muestra.

3.11. ANALISIS DEL ERROR INTRA-OBSERVADOR EN LA FIABILIDAD DE MEDICIONES

3.11.1. Evaluación de error intra-observador en 15 dientes monoradiculares

Tabla 6

Concordancia para un observador para altura de la raíz

	n	CCI	Concordancia
Observadores 3	15	0.998	Excelente

La **tabla 6**; muestra una repetibilidad por el mismo investigador excelente.

Tabla 7

Concordancia para un observador para la transparencia radicular

	n	CCI	Concordancia
Observadores 3	15	0.998	Excelente

La **tabla 7**; muestra una repetibilidad por el mismo investigador excelente.

Tabla 8

Concordancia para un observador para la regresión periodontal

	n	CCI	Concordancia
Observadores 3	15	0.965	Excelente

La **tabla 8**; muestra una repetibilidad por el mismo investigador excelente.

3.12. PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 9

Prueba de normalidad para la muestra total

Variables	P-valor
Periodontosis	0.200
Transparencia de la raíz	0.000
Altura de la raíz	0.042

Tabla 9; Se interpreta que a partir de una prueba de normalidad de Kolgomorov Smirnov que dos de las variables ($P < 0.05$) no cumplen con los parámetros para aplicar estadística paramétrica, por lo que se aplicó estadística no paramétrica.

Tabla 10

Prueba de normalidad para grupos de edades simplificadas

Categoría de edad simplificada	P-valor
30-49 (Adultos medios)	0.847
50< (Adultos mayores)	0.187

Tabla 10; Se interpreta que a partir de una prueba de normalidad de Shapiro Wilk que los dos grupos de edades simplificadas ($P > 0.05$) cumplen con los parámetros para aplicar estadística paramétrica, por lo que se aplicó estadística paramétrica.

3.12. DATOS GENERALES DE LA MUESTRA

Tabla 11*Datos de la muestra*

Código	N° pieza Dental	Edad cronológica en años	Altura de periodontosis	Altura de la transparencia radicular	Altura de raíz	Edad estimada
1	2.2	56	3.14	3.53	13.87	44.671
2	4.2	50	1.45	2.43	13.73	31.5633
3	1.3	45	2.01	3.6	19.45	31.7411
4	2.3	45	2.53	4.74	20.19	37.4687
5	1.1	53	1.91	10.49	16.26	56.5589
6	3.1	53	3.06	6.48	14.71	52.478
7	4.1	53	2.63	9.11	14.54	58.4385
8	2.3	51	1.76	9.13	17.73	49.6824
9	4.2	51	2.1	6.79	13.6	49.1836
10	3.3	61	2.63	4.46	15.76	42.3979
11	1.1	49	1.54	7.38	14.3	46.9566
12	3.3	39	2.21	5.44	17.95	40.4507
13	1.1	64	2.72	5.43	15.04	46.8162
14	2.2	64	4.45	3.62	13.5	53.0013
15	2.1	64	1.92	4.52	14.3	40.184
16	1.1	58	0.65	4.03	11.7	34.3347
17	2.1	58	0.95	3.9	12.06	35.2447
18	1.2	58	2.85	4.06	14.63	43.7535
19	2.2	58	1.79	3.88	15.1	36.4751
20	2.2	54	1.67	2.4	11.89	34.9185
21	4.2	54	1.43	5.21	13.5	40.4477
22	2.2	40	2.7	2.8	14.08	39.5746
23	3.2	40	2.53	2.55	15.64	35.9611
24	4.2	40	2.31	3.72	14.32	39.9143
25	1.1	40	3.97	3.85	11.97	52.7401
26	2.1	40	3.75	4.72	12.08	54.0639
27	1.2	40	1.36	3.32	12.88	34.838
28	2.2	40	2.7	3.81	13.95	42.8994



29	1.2	37	0.76	3.49	9.76	35.5674
30	3.2	37	2.96	3.48	12.46	45.132
31	4.2	37	2.85	3.2	9.93	46.5991
32	2.1	73	1.51	4.23	14.04	37.1981
33	1.2	43	2.81	3.07	11.84	43.7047
34	2.2	43	2.85	3.1	12.22	43.5829
35	1.1	45	3.01	4.3	12.85	47.5371
36	2.1	45	2.25	2.27	13.45	36.0393
37	1.1	66	2.78	6.05	13.3	51.1648
38	2.2	66	2.34	6.1	13.77	48.2108
39	1.2	61	2.17	4.06	11.65	43.3191
40	3.3	61	1.88	4.08	14.42	38.4284
41	3.2	61	0.98	4.1	13.34	34.5366
42	1.2	35	2.33	3	11.15	41.5103
43	2.2	35	3.84	3.68	12.76	50.5188

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y EXPOSICIÓN DE DATOS

4.1.1. Distribución por sexo y categoría en la muestra total

Tabla 12

Distribución por sexo

Sexo	n	%
Masculino	25	86.2
Femenino	4	13.8
Total	29	100%

En la **tabla 12**; se observa que la muestra total estuvo compuesta por 29 individuos que hacen un total de 100%, de los cuales 25 corresponden al sexo masculino y 4 al sexo femenino, con un porcentaje del 86.2% para masculinos superior al sexo femenino que tiene el 13.8%.

Tabla 13

Distribución por categoría de edad

Categoría de edad	n	%
30-39	5	17
40-49	9	31
50-59	11	38
>60	4	14
total	29	100

La **tabla 13**; muestra que el grupo de edad de 30-39 años está compuesta por 5 individuos que representa un 17% de la muestra total, seguido del grupo de edad 40-49 años compuesta por 9 individuos con un 31%, grupo de 50-59 años con 11 individuos con un 38% y el grupo de 60< años con 4 individuos con un 14%.

4.1.2. Analisis de las variables que estiman la edad en la muestra total

Tabla 14

Correlación de las variables que estiman la edad en la muestra total

Correlación	Transparencia de la raíz	Periodontosis	Altura de la raíz
r_s	0.436	-0.226	0.238
P-valor	0.003	0.145	0.124

La **tabla 14**; muestra que la variable de la transparencia de la raíz tiene una correlación lineal positiva moderada, con un P-valor de 0.000, que nos indica que hay incremento de transparencia a medida que la edad avanza, sin embargo la periodontosis y la altura de la raíz muestran una correlación muy baja con la edad, con un P-valor de 0.145 y 0.124 respectivamente, que indica que no hay incremento de periodontosis y reabsorción radicular a medida que la edad avanza.

Tabla 15

Análisis descriptivo de la edad estimada y cronológica

Categoría	Edad	n(individuo)	n(dientes)	Media	D.S	Mín.	Máx.
30-39	Edad cronológica	5	6	36.7	1.51	35	39
	Edad estimada	6	6	43.30	5.24	35.6	50.5
40-49	Edad cronológica	9	14	42.5	2.93	40	49
	Edad estimada	14	14	41.93	6.69	31.7	54.06
50-59	Edad cronológica	11	13	54.38	2.93	50	58
	Edad estimada	13	13	43.67	9.00	31.6	58.4
60<	Edad cronológica	4	10	64.10	3.73	61	73
	Edad estimada	10	10	43.53	6.14	34.5	53.0

En la **tabla 15**; se observa que solo en el grupo etario de 30-39 años la media de la edad estimada se encuentra por encima de la media de la edad cronológica, sin embargo en los demás grupos ocurre lo contrario puesto que la media de la edad estimada se encuentra por debajo de la media de la edad cronológica.

4.1.3. Exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) por categoría de edad

Tabla 16

Error medio en la estimación de edad según Ubelaker y Parra (2008)

Método	Edad (años)	Error medio	SD
Ubelaker y Parra (2008)	30-39	3.8043	3.20709
	40-49	5.0469	3.74039
	50-59	4.0255	2.13491
	>60	11.851	8.9493

Fuente: Ubelaker y Parra (2008); tabla de error medio del método usado en esta investigación que se explicara en el grafico 1.

Tabla 17

Error medio y desviación de la edad estimada en todas las categorías de edad

Categoría de edad	n(individuos)	n(dientes)	Error medio	D.S
30-39	5	6	7.11	5.34
40-49	9	14	5.36	5.07
50-59	11	13	12.10	8.69
60<	4	10	20.57	6.97
Total	29	43	11.18	8.85

Tabla 17; error medio y desviación estándar por categoría de edad hallado en esta investigación que se explicara en el grafico 1.

Grafico 1; Comparación de rangos de error del método Ubelaker y Parra (2008) con los rangos de error hallados en esta investigación

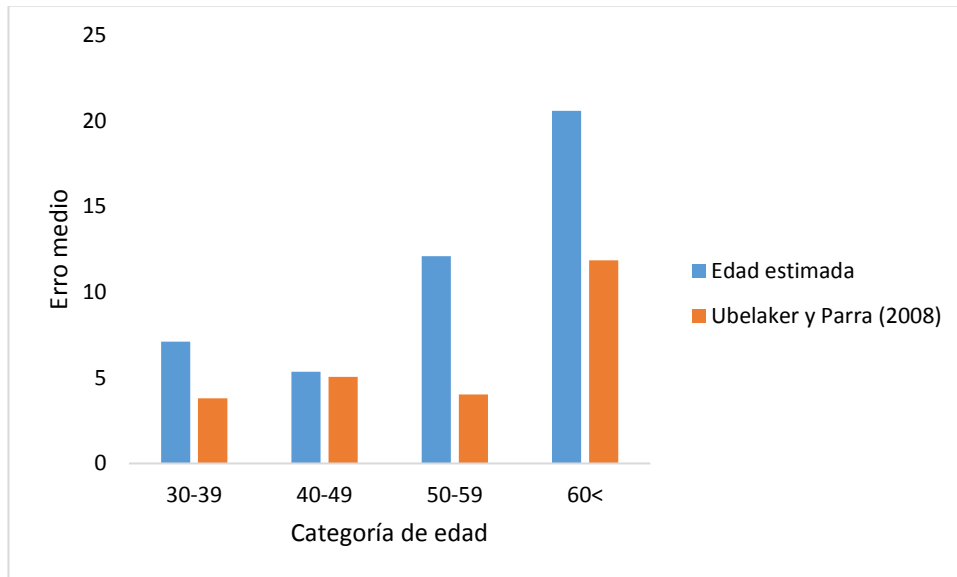


Grafico 1; este grafico compara los rangos de error del método Ubelaker y Parra (2008) por categorías de edad y su error medio total (Tabla 15), con los resultados obtenidos en esta investigación (tabla 16). Se observa que en la segunda categoría de edad los resultados muestran un sesgo similar al método Ubelaker y Parra (2008) lo que sugiere que este método es confiable en esta categoría de edad, sin embargo en la categoría de 30-39, 50-59 y 60< años los resultados muestran un margen de error mayor que los márgenes propuestos por este método, lo que sugiere que no es confiable en estas categorías de edad.

Tabla 18

Prueba de significancia entre la edad cronológica y la edad estimada en la muestra total

T de Student muestras emparejadas	Edad cronológica - Edad Estimada
t	3.88
P-Valor	0.00

En la Tabla 18; se observa que existe una diferencia estadística significativa entre la edad estimada y la edad real ($t= 3.88$, $P\text{-valor} = 0.00$), lo que sugiere que la edad estimada a partir

de la aplicación del método Ubelaker y Parra (2008) difiere significativamente de la edad cronológica.

4.1.4. Exactitud del método Ubelaker y Parra (2008) por grupo de edad simplificada

Tabla 19

Distribución por categoría de edad simplificada

Categoría de edad simplificada	n	%
30-49 (Adultos medios)	14	48
50< (Adultos mayores)	15	52
Total	29	100

En la tabla 19; se observa que la muestra total fue dividida en dos grupos de edad, donde el grupo de adultos medios está compuesto por 14 individuos que representa el 48% de la muestra total y el grupo de adultos mayores está compuesta por 15 individuos y un 52% de la muestra total, sumando ambos grupos el 100%.

Tabla 20

Error medio y desviación de la edad estimada para los dos grupos de edad simplificada

Grupo etario	n(individuos)	n(dientes)	Error medio	D.S
adultos medios(30-49)	14	20	5.88	5.07
adultos mayores(50<)	15	23	15.78	8.92

En la tabla 20; se evidencia que el método Ubelaker y Parra (2008) muestra una exactitud muy buena en el grupo de adultos medios (30-49), pero en el grupo de adultos mayores (50<) los rangos de error presentados son muy grandes, sugiriendo que se debe tener precaución en la aplicación del método en individuos que están por encima de los 50 años.

Grafico 2; *Relación entre la edad cronológica y la edad estimada por el método Ubelaker y Parra (2008) en el grupo de adultos medios (30-49)*

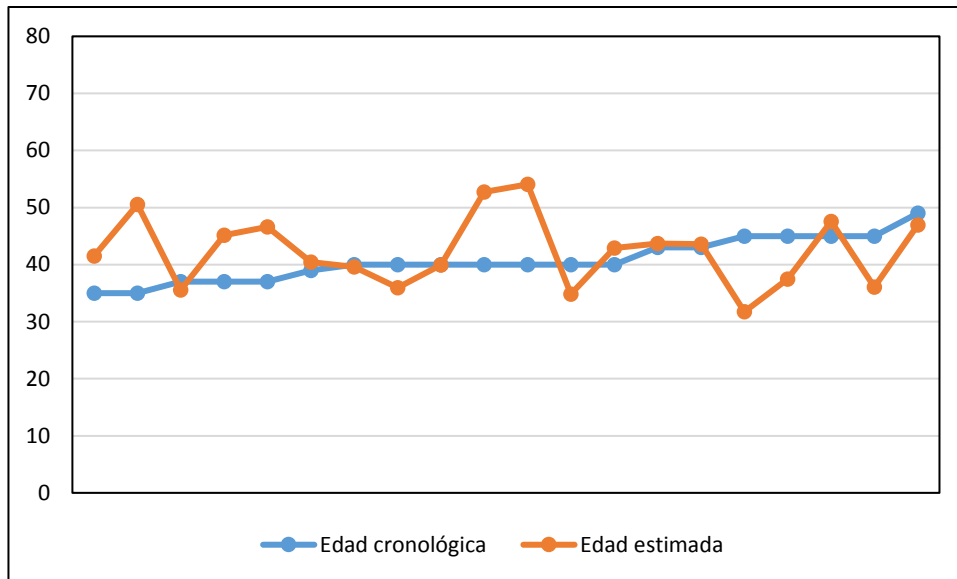
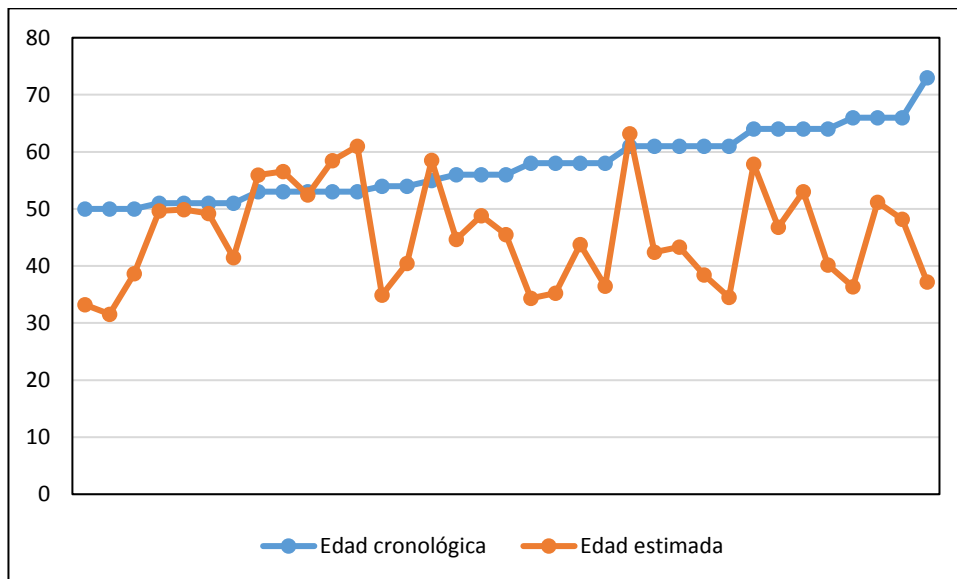


Grafico 3; *Relación entre la edad cronológica y la edad estimada por el método Ubelaker y Parra (2008) en el grupo de adultos mayores (50<)*



En el grafico 2 y 3; se observa que existe una relación más cercana entre la edad cronológica y la edad estimada en el grupo de adultos medios (30-49 años), pero en individuos que están por encima de los 50 años la relación es más dispersa, estando la mayoría de las estimaciones por debajo de la edad cronológica.

Tabla 21

Prueba de significancia entre la edad cronológica y la edad estimada en el grupo etario de adultos medios

T de Student muestras emparejadas	Edad cronológica-Edad estimada
t	-0.922
P-Valor	0.368

La tabla 21; nos muestra que no existe una diferencia estadística significativa entre la edad estimada y la edad real ($t = -0.922$, $P\text{-valor} = 0.368$), por lo cual la edad estimada a partir de la aplicación del método Ubelaker y Parra (2008) no difiere significativamente de la edad cronológica en el grupo de adultos medios (30-49).

Tabla 22

Prueba de significancia entre la edad cronológica y la edad estimada en el grupo etario de adultos mayores

T de Student muestras emparejadas	Edad cronológica-Edad estimada
t	7.031
P-Valor	0.000

En la tabla 22; se observa que existe una diferencia estadística significativa entre la edad estimada y la edad real ($t = 7.031$, $P\text{-valor} = 0.000$), por lo cual la edad estimada a partir de la aplicación del método Ubelaker y Parra (2008) difiere significativamente de la edad cronológica en el grupo de adultos mayores (50<).

DISCUSIÓN

En antropología forense se sabe que estimar la edad de un individuo adulto, es describir una variante morfológica generalmente denominado “fase o estadio”, el termino estimación es usado porque la edad al momento de muerte es una variable continua que puede tomar un valor de 0 o 110 años (Nawrocki, 2010), se sabe que estas fases o estadios están



condicionadas por factores extrínsecos e intrínsecos, por lo que un grado de error en la estimación de la edad es inevitable, todos los métodos de envejecimiento dental siguen este parámetro, sin embargo muchas investigaciones (Prince y Ubelaker, 2002; Ubelaker y Parra, 2008; González-Colmenares et al., 2007) han demostrado que estos rangos de error se disminuyen cuando son formulados a partir de poblaciones con rasgos fenotípicos y genotípicos similares.

Sobre la transparencia radicular y su relación con la edad cronológica

Muchos métodos dentales para estimar la edad están basados en los principios del método de calibración inversa de Lamendin et al. (1992), y el método Ubelaker y Parra (2008) no es la excepción, este método al igual que otros métodos dentales (Smith et al. 2010; Ubelaker y Parra, 2008; Prince y Ubelaker, 2002; González-Colmenares et al., 2007) está basado en el análisis de la transparencia radicular y la periodontosis.

La transparencia radicular se genera aproximadamente alrededor de los 20 años de edad (Lamendin et al., 1992) y es la característica que mejor se correlaciona con la edad cronológica, esta investigación llega a las mismas conclusiones puesto que esta variable muestra una correlación positiva moderada $r_s = 0.436$, con un P-valor 0.003 indicando; que si hay un incremento de transparencia radicular a medida que la edad avanza. Sin embargo las discusiones en torno a esta característica se han dado en relación a la variabilidad de los resultados de las correlaciones encontradas en diferentes poblaciones, una respuesta a esta cuestión podría deberse al fenómeno fisiológico de como la materia inorgánica ocluye los túbulos dentinales (Porter et al., 2005) en las diferentes poblacionales, sobre esta cuestión



Whittaker y Bakri (1996) en su estudio comparativo sobre población contemporánea asiática y europea, demostraron que el área y la longitud de la transparencia radicular mostraba una variación interpoblacional siendo el proceso más lento en poblaciones asiáticas y más rápida en poblaciones europeas, en un estudio posterior realizado por Parra (2009) encontró resultados similares demostrando que el fenotipo de las poblaciones si influye significativamente en el desarrollo de la transparencia radicular, sin embargo estas diferencias a nivel estadístico no parecen condicionar la eficacia de la transparencia radicular como un indicador de la edad puesto que muchas investigaciones han demostrado que esta variable no está afectada por las variables de población, sexo, patología, arcada o tipo de diente, puesto que siempre muestra una correlación positiva con la edad cronológica (Bang y Ramm, 1970; Maples, 1978; Foti et al., 2001; Santoro et al., 2015)

Sobre la periodontosis y su relación con la edad cronológica

A diferencia de la transparencia radicular la periodontosis no parece estar muy relacionada con la edad cronológica, en esta investigación se encontró un $r_s = -0.226$ con un P-valor = 0.145, indicando que la pérdida de fijación de tejido epitelial al alrededor de los dientes no es progresiva, Ubelaker y Parra (2008) describen a esta característica con mucha precaución, puesto que si podría afectar la exactitud del método por estar condicionada por factores dietéticos, culturales y clínicos, al respecto en un estudio realizado por Foti et al. (2001) demostró que independientemente del sexo, cuadrante o tipo diente, la relación de la periodontosis con la edad cronológica es muy baja ($r = 0.097$ con un P-valor = 0.42), sin embargo en otro estudio realizado por Tadjodin et al. (2017), encontraron un patrón de progresión de las enfermedades periodontales relacionadas con la edad, siendo la



enfermedad gingival observada más en grupos de adolescentes y la periodontitis crónica en personas mayores, esta investigación concuerda con el enfoque tomado por Ubelaker y Parra (2008), y Foti et al. (2001) porque se sabe que la enfermedad periodontal en la población peruana es muy variable, aunado a esto algunos estudios realizados por Montes (2020) y Condori (2019) sobre población local Cusqueña refuerzan esta perspectiva pues se ha encontrado que las características epidemiológicas de la salud bucal relacionadas con el sexo, o el consumo de sustancias psicoactivas alteran la progresión de esta patología, pero se sabe que esta característica aplicado a los modelos de regresión múltiple de muchos métodos dentales (Smith et al. 2010; Ubelaker y Parra, 2008; Prince y Ubelaker, 2002; González-Colmenares et al., 2007) disminuye el margen de error por lo que uso como un indicador de la edad, a pesar de sus observaciones es aceptado.

Sobre la altura de la raíz y su relación con la edad cronológica

Muchos estudios concuerdan en que esta característica no tiene ninguna relación con la edad cronológica, en esta investigación se llega a las mismas conclusiones encontrándose un $r_s = 0.238$, con un P-valor = 0.124, en los métodos de calibración inversa de Lamendin et al. (1992); y González-Colmenares et al. (2007) esta característica solo es usada para calcular la periodontosis y la transparencia radicular, a pesar de ello algunos estudios sugieren que la reabsorción radicular que involucra la pérdida tanto de cemento como de dentina de la raíz a pesar de mostrar una relación muy baja con la edad cronológica, puede ser utilizado como indicador independiente de la edad, puesto que puede contribuir en un análisis de regresión múltiple (Solheim y Kvaal, 1993).



En el estudio de Prince y Ubelaker (2002) a pesar que la altura de la raíz mostro un nivel significativo bajo, su importancia radico en que redujo el error medio en sus resultados, ese es el mismo principio que toma como referencia el método Ubelaker y Parra (2008) que está basado en el modelo de regresión múltiple de Prince y Ubelaker (2002).

Sobre el error inter-observador y intra-observador

El error inter-observador se puede entender como el sesgo que puede tener un observador en relación a otro, y el error intra-observador como el sesgo que puede un mismo observador (Ferrante y Cameriere, 2009) en la evaluación de un mismo rasgo dental, óseo, radiográfico, etc. Por lo que determinar la fiabilidad en una primera etapa al contralar la variabilidad de mediciones por diferentes observadores (reproducibilidad) o un mismo observador (repetibilidad) en diferentes tiempos es muy importante, porque de estas evaluaciones dependerá la confiabilidad que pueda tener un estudio.

Por lo que se aplicó un coeficiente de correlación intraclass a tres observadores independientes, dos ellos con bastante experiencia para evaluar la reproducibilidad de los resultados de esta investigación, de la tabla 2 a la 4 se puede evidenciar que existe un acuerdo excelente para dos de las característica dentales excepto para la periodontosis ($ICC=0.728$) coincidiendo con los hallazgos del estudio Ackermann y Steyn (2014) que reportaron resultados similares a este estudio, donde la reproducibilidad de la periodontosis tuvo un $CCI=0.716$, lo que indica que esta característica es bastante difícil de registrar de forma fiable, la medida de la periodontosis tuvo que volver a ser calibrada por dos de los observadores (observador 1 y 3) en un segundo momento (tabla 5), porque en cuerpos



esqueletizados los factores tafonómicos inciden en la preservación de esta característica, en relación al error intra-observador realizada por el autor de esta investigación (observador 3) mostro una repetibilidad en todas las características excelente (tablas 6,7 y 8).

En un estudio realizado por Kimmerle et al. (2008) concluyeron que a pesar de los niveles estadísticos mostrados de significancia ($P < 0.05$) entre tres observadores sobre la medición de 450 dientes uniradiculares aplicando el método lamendin, la repetibilidad mostrada en los patrones de variación fueron similares, coincidiendo con los resultados de otros estudios (Ubelaker y Parra, 2008; Prince y Ubelaker, 2002), que sugieren que los sesgos de observador a observador o el sesgo de un mismo observador en la aplicación de este método son mínimas, este estudio concuerda con estos estudios mencionados, pero también pone énfasis en las recomendaciones del estudio de Ferrante y Cameriere (2009), en razón de que se debe prestar mucha atención a los análisis de datos (sesgos de medición) antes de debatir sobre la exactitud de algún método de estimación de edad.

Sobre la exactitud del método Ubelaker y Parra (2008)

La mayoría de los métodos de calibración inversa muestran errores medios de entre 6 y 13 años, estas diferencias a nivel estadístico pueden ser muy significativas pero, se sabe que estimar la edad de un individuo adulto en un contexto forense con demasiada exactitud no es tan crucial porque un intervalo de error demasiado corto podría excluir de la consideración a la persona buscada, y un intervalo demasiado amplio puede incluir a candidatos irrelevantes (Nawrocki, 2010), por lo tanto la eficacia de los métodos de estimación de edad no radica en los intervalos de error que tienen sino en lo estadísticamente



validos que son, el método Ubelaker y Parra (2008) es un método de calibración inversa que esta validado y cumple con algunos parámetros de Daubert (1993) mostrando rangos de error por categoría de edad bastante aceptables, en esta investigación se comparó los rangos de error propuestos por este método (tabla 16) con los resultados de esta investigación (tabla 17) encontrándose en las categorías de 30-39 y 40-49 años sesgos de 7.11 y 5.36 respectivamente, con un P-valor=0.368 para estas dos categorías de edad, lo que sugiere que este método es bastante confiable y no muestra diferencias significativas entre la edad estimada y cronológica en individuos que están en el rango de 30 a 49 años de edad, sin embargo en las categorías de 50-59 y 60< años se encontró una subestimación de 12.10 y 20.57 años respectivamente, con un P-valor=0.000, estos resultados muestran que existen diferencias significativas entre la edad estimada y cronológica, lo que sugiere que este método no es confiable en individuos que están por encima de los 50 años, pero los resultados de esta investigación no son determinantes porque la distribución de edad que se tiene en la muestra total no es uniforme, por lo que al no utilizar distribuciones equilibradas de edad podríamos subestimar o sobrestimar la exactitud de este método, pero eso no le quita la fiabilidad a esta investigación en razón de que el método Ubelaker y Parra (2008) solo tomo una muestra de 7 individuos en la región de Cusco para la formulación de su ecuación y en este estudio se contó con una muestra de 29 individuos para esta región, los resultados encontrados en esta investigación son comparables con otros estudios, por ejemplo en el estudio de Lopes et al. (2014), cuando aplicaron el método Lamendin sobre población brasilera encontraron un error medio de 7.55 años en la categoría de edad de 40-59 años, y un error medio de 21.06 años en individuos que están por encima de los 60 años, resultados similares muestra el estudio de Zorba et al. (2018), sobre población griega moderna mostrando un sesgo de 7 años en el rango de 50-59 años y errores medios de entre 16 y 26



años en individuos mayores a 60 años, los resultados de las investigaciones mencionadas tampoco parecen estar condicionadas por la aplicación de un método en particular, en este caso del método de Lamendin, en razón de que en otras investigaciones como las de Retamal y Ubelaker (2011) realizada sobre población chilena al aplicar diferentes métodos dentales incluido el método evaluado en esta investigación encontraron errores medios de entre 7 y 13 años en individuos de 51 a 60 años y errores medios de entre 15 y 31 años en individuos mayores de 60 años, los métodos de estimación de edad clásicos de Lamendin et al. (1992), Prince y Ubelaker (2002), y González-Colmenares et al. (2007), inclusive aquellos métodos dentales que utilizan estadística bayesiana en sus análisis como los de Prince y Konigsberg (2008), y Schmitt et al. (2010) en sus resultados muestran que normalmente en grupos de adultos mayores a 50 años, las edades cronológicas siempre son subestimadas (grafico 3), y en grupos de adultos menores de 40 años las edades cronológicas son normalmente sobreestimadas (grafico 2), esto podría ser debido a que el proceso de la transparencia radicular se desarrolla con mayor rapidez en la dentina del ápice (Vasiliadis et al., 1983), por lo que los resultados encontrados en esta investigación coinciden con estos estudios y sugieren que el método Ubelaker y Parra (2008) muestra resultados similares a otros métodos de estimación de edad porque evidencia rangos de error bastante aceptables en los grupos de edad de 30 a 50 años donde por lo general la exactitud de todos los métodos dentales de calibración inversa son fiables, y en individuos que están por encima de los 60 años no se recomienda la aplicación de estos métodos, por ejemplo el mayor sesgo que evidencio esta investigación fue de un error de 36 años en un individuo con una edad cronológica de 73 años, A este fenómeno de sobreestimación y subestimación Nawrocki (2010) suele llamarle el “efecto de la trayectoria” que significa que los grados de error en edades tempranas suelen ser siempre menores que en edades adultas esqueléticas y dentales donde las fuerzas



biomecánicas y fisiológicas son más constantes. Por lo que en la mayoría de las investigaciones se sugiere que si se tiene el cuerpo completo de un individuo se apliquen todos los métodos de estimación de edad que se tenga a disposición (Baccino et al., 1999; Prince y Konigsberg, 2008; Prince y Ubelaker, 2002; Lamendin et al., 1992) porque cada indicador de edad tiene algo significativo que aportar, porque representa la variación constante de un rasgo en particular a la que está sometido cada individuo (Nawrocki, 2010).



CONCLUSIONES

- 1.- En esta investigación se encontró un error medio total de 11.18 años con una desviación estándar de 8.85 años, por lo que la exactitud de este método aplicado sobre una más población específica es confiable, con lo que se corrobora la hipótesis de investigación.
- 2.- En esta investigación se encontró para las categorías de edad de 30-39 y 40-49 años errores medios de 7.11 y 5.36 años respectivamente, con un P-valor = 0.368 para estas dos categorías de edad, por lo tanto este método es muy confiable y no muestra diferencias significativas en individuos que están en el rango de 30 a 49 años de edad, pero en las categorías de edad de 50-59 y 60< años, los errores medios fueron de 12.10 y 20.57 años respectivamente con un P-valor=0.000, Lo que sugiere que existen diferencias significativas en la aplicabilidad de este método en individuos que están por encima de los 50 años, donde los rangos de error hallados son superiores a los propuestos por este método.



RECOMENDACIONES

1.- La mayoría de los métodos dentales de calibración inversa sugieren que el uso de la transparencia radicular y la periodontosis solo son confiables en individuos que están en un rango de 30 a 50 años de edad, superiores a estas categorías de edad, se recomienda su uso junto a otros métodos para estimar la edad adulta, puesto que los rangos de error son demasiados grandes, por lo tanto el uso de todos los métodos de estimación de edad disponibles es indispensable.

2.- Es preciso enfatizar que en situaciones de catástrofes naturales o alguna situación de violencia humana extrema, la exactitud de un método no es tan crucial porque un intervalo de error demasiado corto podría excluir de la consideración a la persona buscada y un intervalo demasiado amplio incluir a candidatos irrelevantes, por lo tanto la confiabilidad de un método no se mide por los rangos de error que tiene sino por su validez estadística y cumplir con los parámetros de Daubert (1993), en razón de esto es que se recomienda el uso de este método por cumplir con estos requisitos.

3.- Siguiendo las recomendaciones de las investigaciones de Burns y Maples (1976), Maples (1978), Maples y Rice (1979), Prince y Ubelaker (2002), González-Colmenares et al. (2007), y Retamal y Ubelaker (2011) esta investigación también sugiere la adaptación de este tipo de métodos en la población de Cusco sobre una muestra más significativa, con una distribución por categoría de edad más equilibrada y consistente .



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, A., & Steyn, M. (2014). A test of the Lamendin method of age estimation in South African canines. *Forensic Science International*, 236, 2-24.
- Adserias-Garriga, J., & Tejada, J. (2020). Dental aging methods and population variation. En R. C. Parra, S. C. Zapico, & D. H. Ubelaker (Eds.), *Forensic Science and Humanitarian Action: Interacting with the Dead and the Living* (1.^a ed., pp. 219-233). Wiley.
- Angelis, D. De, Mele, E., Gibelli, D., Merelli, V., Spagnoli, L., & Cattaneo, C. (2015). The Applicability of the Lamendin Method to Skeletal Remains Buried for a 16-Year Period : A Cautionary Note. *J Forensic Sci*, 60(1), 177-181.
- Baccino, E, Ubelaker, D., Hayek, L.-A., & Zerilla, A. (1999). Evaluation of Seven Methods of Estimating Age at Death from Mature Human Skeletal Remains. *J Forensic Sci*, 44(5), 931-936.
- Baccino, Eric, & Schmitt, A. (2006). Determination of adult age at death in the forensic context. En A. Aurore Schmitt, E. C. Eugénia Cunha, & J. Pinheiro (Eds.), *Forensic anthropology and medicine: complementary sciences from recovery to cause of death* (pp. 259-280). Totowa, New Jersey.
- Bang, G., & Ramm, E. (1970). Determination of sge in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scand*, 28, 3-35.
- Burns, M. A., & Maples, W. R. (1976). Estimation of Age from Individual Adult Teeth. *J Forensic Sci*, 21(2), 343-356.
- Christensen, A. M., Passalacqua, N. V, & Bartelink, E. J. (2014). Age Estimation. En *Forensic Anthropology Current Methods and Practice* (pp. 243-284).
- Condori Canaza, R. B. (2019). *Características clínicas del periodonto por el consumo de sustancias psicoactivas en pacientes de los centros de rehabilitación de la ciudad del Cusco, 2019*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Ferrante, L., & Cameriere, R. (2009). Statistical methods to assess the reliability of measurements in the procedures for forensic age estimation. *Int J Med*, 123, 277-283.



- Figun, M. E., & Gariño, R. R. (2015). Sistema dentario. En *Anatomía odontológica funcional y aplicada* (2.^a ed., pp. 186-362). Buenos Aires.
- Foti, B., Adalian, P., Signoli, M., Ardagna, Y., Dutour, O., & Leonetti, G. (2001). Limits of the Lamendin method in age determination. *Forensic Science International*, 122, 101-106.
- Frisancho, A. R. (2013). Developmental Functional Adaptation to High Altitude : Review. *American Journal of Human Biology*, 25, 151-168.
- García-Garduño, M. V., & Reyes-Gasga, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 9(2), 90-95.
- García, Katherine J. (2017). *Estimación de la edad cronológica en adultos mediante tres métodos dentarios*. Universidad Andina del Cusco.
- Garizoain, G., Petrone, S., Plischuk, M., María, A. I., & García, M. N. (2020). Evaluation of Lamendin's age-at-death estimation method in a documented osteological collection (La Plata , Argentina). *Forensic Science International*, 2(January), 1-8.
- Garvin, H. M., Passalacqua, N. M., Gipson, D. R., Overbury, R. S., & Cabo, L. L. (2012). Developments in Forensic Anthropology: Age- at-Death Estimation. En D. C. Dirkmaat (Ed.), *A Companion to Forensic Anthropology* (first, pp. 202-223). wiley-blackwell.
- González-Colmenares, G., Botella-Lopez, M. C., Moreno-Rueda, G., & Fernandez-Cardenete, J. R. (2007). Age estimation by a dental method : a comparison of lamendi's and Prince & Ubelaker's technique. *J Forensic Sci*, 52(5), 1156-1160.
- González-Colmenares, G., Rojas-Sánchez, M., & Marroquín, T. Y. (2018). Odontología forense y la reconstrucción del perfil biológico humano - sexo, ancestro, edad biológica y estatura. En C. Sanabria-Medina (Ed.), *Odontología forense: identificación humana y alteraciones del sistema estomatognático en el contexto forense* (pp. 205-243). Bogotá, D.C - Colombia: Universidad Antonio Nariño-UAN.
- Gracia, J. R., & García, A. F. (2016). Ecología de las poblaciones humanas: Desarrollo ontogénico, alimentación y nutrición. En L. Madrigal & R. Gonzáles-Jose (Eds.), *Introducción a la Antropología Biológica* (pp. 537-572).



- Grivas, C. R., & Komar, D. A. (2008). Kumho , Daubert , and the Nature of Scientific Inquiry : Implications for Forensic Anthropology *. *J Forensic Sci*, 53(4), 771-777.
- Hillson, S. (1996). Dentine. En *Dental Anthropology* (pp. 182-197). Cambridge University Press.
- Iannacone, G. C., & Parra, R. C. (2020). Genetic structure and kinship analysis from the Peruvian Andean area : Limitations and recommendation for DNA identification of missing persons. En R. C. Parra, S. C. Zapico, & D. H. Ubelaker (Eds.), *Forensic science and humanitarian action : interacting with the dead and the living* (1.^a ed., pp. 473-489). Wiley.
- Ibarra Apaza, S. L. (2008). *Evaluación de la aplicación de la técnica Lamendin en una muestra peruana contemporánea: Una contribución para la estimación de la edad*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Kimmerle, E. H., & Baraybar, J. P. (2011). *Traumatismos óseos Lesiones ocasionadas por violaciones a los derechos humanos y conflictos armados* (1.^a ed.). Lima: EPAF equipo peruano de antropología forense.
- Kimmerle, E. H., Prince, D. A., & Berg, G. E. (2008). Inter-observer variation in methodologies involving the pubic symphysis, sternal ribs, and teeth. *J Forensic Sci*, 53(3), 594-600.
- Lamendin, H., Baccino, E., Humbert, J. F., Tavernier, J. C., Nossintchouk, R. M., & Zerilli, A. (1992). A simple technique for age estimation in adult corpses : the two criteria dental method. *J Forensic Sci*, 37(5), 1373-1379.
- Lopes, J. R., Borges, S., Queiroz, S., Fernandes, M. M., Airton, L., Paiva, S. De, & Oliveira, R. N. De. (2014). *Age estimation by teeth periodontosis and transparency : accuracy of Lamendin's method on a Brazilian sample*. 13(1), 10-14.
- Maples, W. R. (1978). An improved technique using dental histology for estimation of adult age. *Journal of Forensic Sciences*, 23(4), 764-770.
- Maples, W. R., & Rice, P. M. (1979). Some difficulties in the Gustafson dental age estimations. *J Forensic Sci*, 24(1), 168-172.



Montes Merma, L. L. (2020). *Relación entre la enfermedad periodontal en pacientes puérperas y el peso de los neonatos del departamento de ginecología y obstetricia del hospital regional del Cusco en el mes de noviembre, año 2019*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Muerrieta, L. A., & Vela, S. V. (2018). *Comparación de la técnica de Lamendin, Vilcapoma y Colmenares para estimación de edad de occisos amazónicos en el Ministerio Público – División Médico – legal II Iquitos, 2014 – 2018*. Universidad Científica del Perú - UPC.

Nawrocki, S. P. (2010). The nature and sources of error in the estimation of age at death from the skeleton. En K. E. Latham & M. Finnegan (Eds.), *Age Estimation of the Human Skeleton* (pp. 79-101). Illinois: Charles C. Thomas Publisher, LTD.

Parra Chinchilla, R. C. (2017). *PENUMBRA interactuando con la muerte y la vida* (1.^a ed.). Lima: Ediciones Rafael Valdez.

Parra, R. C. (2009). *Métodos de estimación de edad en dientes y variación poblacional: Metodología para aplicaciones internacionales en restos humanos de contextos forenses*. Universidad Católica del Perú.

Porter, A. E., Nalla, R. K., Minor, A., Jinschek, J. R., Kisielowski, C., Radmilovic, V., ... Ritchie, R. O. (2005). A transmission electron microscopy study of mineralization in age-induced transparent dentin. *Biomaterials*, 26(36), 7650-7660.

Prince, D. A., & Konigsberg, L. W. (2008). New Formulae for Estimating Age-at-Death in the Balkans Utilizing Lamendin 's Dental Technique and Bayesian Analysis. *J Forensic Sci*, 53(3), 578-587.

Prince, D. A., & Ubelaker, D. H. (2002). Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal Sample. *J Forensic Sci*, 47(1), 107-116.

Regalado Ruiz, A., Escalona, A. del A., & Serrano Sánchez, C. (2017). Transparencia radicular y estimación de la edad en una población esquelética proveniente de un cementerio contemporáneo del estado de Hidalgo, México. *ADM*, 74(3), 127-132.

Retamal, R., & Ubelaker, D. H. (2011). Evaluation of Three Methods of Adult Age Estimation Based on Root Translucency Height , Periodontosis Height and Root Height in a



Chilean Sample. *The Forensic Oral Pathology Journal*, 2(4), 16-19.

Sanchez-Quevedo, M. C., Alaminos, M., & Rodriguez, I. A. (2009). Complejo Dentino-Pulpar II: Dentina. En M. E. Gomez de Ferraris & A. Campos Muñoz (Eds.), *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental* (3.^a ed., pp. 256-290). Mexico D.F.: Editorial Médica Panamericana.

Sánchez, A. I. (2018). *Método de transparencia radicular para la estimación de la edad en cadáveres adultos Huanuco 2017*. Universidad de Huánuco.

Santoro, V., Fiandaca, C., Roca, R., Marini, C., Donno, A. De, & Introna, F. (2015). Validity Comparison of Three Dental Methods for Age Estimation Based on Tooth Root. *J Forensic Sci*, 60(5), 1310-1315.

Schmitt, A., Saliba-serre, B., Tremblay, M., & Martrille, L. (2010). An Evaluation of Statistical Methods for the Determination of Age of Death Using Dental Root Translucency and Periodontosis. *J Forensic Sci*, 55(3), 590-596.

Solheim, T., & Kvaal, S. (1993). Dental root surface structure as an indicator of age. *J Forensic Odontostomatol.*, 11(1), 9-21.

Soomer, H., Ranta, H., Lincoln, M. J., Penttila, A., & Leibur, E. (2003). Reliability and validity of eight dental age estimation methods for adults. *J Forensic Sci*, 48(1), 1-4.

Tadjoedin, F. M., Friti, A. H., Kuswandani, S. O., Sulijaya, B., & Soeroso, Y. (2017). The correlation between age and periodontal diseases. *J Int Dent Med Res*, 10(2), 327-332.

Tjäderhane, L., & Paju, S. (2019). Dentin-Pulp and Periodontal Anatomy and Physiology. En D. Orstavik (Ed.), *Essential Endodontology* (3.^a ed., pp. 11-58). Hoboken, United States: Wiley-Blackwell.

Ubelaker, D. H., & Parra, R. C. (2008). Application of three dental methods of adult age estimation from intact single rooted teeth to a peruvian sample. *J Forensic Sci*, 53(3), 608-611.

Vasiliadis, L., Darling, A. I., & Levers, B. G. H. (1983). The histology of sclerotic human root dentine. *Archs oral Biol.*, 28(8), 693-700.



Vilcapoma, H. J. (2012). Método dental modificado para la estimación de la edad en individuos adultos. *Sanmarquina, Odontol.*, 15(2), 27-30.

Whittaker, D. K., & Bakri, M. M. (1996). Racial variations in the extent of tooth root translucency in ageing individuals. *Archs oral Biol.*, 41(1), 15-19.

Zorba, E., Goutas, N., Spiliopoulou, C., & Moraitis, K. (2018). An evaluation of dental methods by Lamendin and Prince and Ubelaker for estimation of adult age in a sample of modern Greeks. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*, 69(1-2), 17-28.



ANEXOS



ANEXO A: PERMISO DE LA SOCIEDAD BENEFICENCIA PÚBLICA DE CUSCO



SOCIEDAD DE BENEFICENCIA PÚBLICA DEL CUSCO

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

CARTA N° 102-SG-SFC-SBC-2019

Cusco, 09 de julio de 2019

Sr(a).-
CHRISTIAN SEBASTIAN QUISPE YUPAYCCANA

ASUNTO : PERMISO PARA REALIZACIÓN DE
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

REF : a) HOJA DE ENVIO N° 1024 - 2019

Previo un cordial saludo, me dirijo a Ud., en nombre de la Sociedad de Beneficencia del Cusco, para declarar la PROCEDENCIA del escrito contenido en el expediente de la referencia, por lo que para efectos del presente se precisa lo siguiente:

- **OTORGAR**, el permiso temporal por el plazo de 30 días calendario, para la recolección de datos para proyecto de investigación en el centro de almacenamiento de restos óseos del Cementerio San José de Huancaro, los que serán contado a partir del **10 de julio de 2019 hasta el 10 de agosto de 2019**.
- **DISPONER**, que el administrado mientras dure la etapa de recolección de datos y utilización del instrumento permanecerá bajo la supervisión del personal del Cementerio San José de Huancaro de la Sociedad de Beneficencia del Cusco, el que será asignado por el supervisor del mismo.
- El administrado estará sujeto a la disponibilidad horaria del personal y del encargado del área durante el tiempo que se brinde las facilidades y el ingreso al centro de almacenamiento de restos óseos del cementerio.
- El administrado tendrá restricción para retirar y/o transportar los restos fuera del recinto de almacenaje.
- El administrado toda vez que ingrese al depósito deberá ser registrado por el personal del área y supervisor de Cementerio así como inventariar los objetos con los cuales hará ingreso al centro de almacenamiento de restos óseos del Cementerio.
- El administrado toda vez que requiera información adicional de difuntos deberá realizarlo mediante escrito formal y solicitarlo con días de anticipación.
- La recolección de datos deberá ser realizado individuo por individuo y previa solicitud al supervisor encargado con la finalidad de evitar injerencia y/o incorporación de restos de contenedor a contenedor.
- El tiempo para el cual se otorga el presente permiso es de 15:00pm a 16:30pm.
- El administrado durante el tiempo de ingreso deberá presentarse con la indumentaria adecuada de bioseguridad para el ingreso al recinto.

Cualquier consulta o reclamo por favor apersonarse a las Oficinas de la Sub Gerencia de Servicios Funerarios y Cementerios sito en la calle San Andrés N° 318 en horarios de 7:30am a 4:30 pm
Horario de refrigerio 13:00 – 14:00 de Lunes a viernes.

Sin otro particular quedo de Ud.

Cordialmente,

SOCIEDAD DE BENEFICENCIA PÚBLICA DEL CUSCO
Jerson Sarmiento Huaman Bernal
SERVICIOS FUNERARIOS Y CEMENTERIOS
SUB GERENTE

Ayúdanos a ayudar

EDE ADMINISTRATIVA
de San Andrés N° 318 Cusco
Telf. (084) 581700

HOGAR DE MENORES
"María Salomé Ferrer"
Av. Grau - Santiago
Telf. (084) 228171

HOGAR DE MENORES
"San Judas Chico"
Av. Velasco Astete s/n Wanchaq
Telf. (084) 251825

CASA ACOGIDA
"Virgen Natividad"
Av. Manuel Callo s/n. Santiago
Telf. (084) 225702

HOSPITAL DE SALUD MENTAL
"San Juan Pablo II"
Plazoleta Almudena s/n Santiago
Telf. 051 - 961523521

CENTRO
GERONTOLÓGICO
"San Francisco de Asís"
Recoleta s/n Cusco
Telf. (084) 234930

www.sbpcusco.gob.pe



ANEXO B: CONSTANCIA DE MEDICIONES DEL OBSERVADOR 1

“Año de la Universalización de la Salud”

CONSTANCIA

Quien suscribe: C.D. Sharon Holgado Ponce, Especialista en Odontología Forense con C.O.P N° 18411 y R.N.E. N° 1192, hace constar que realizo mediciones de tres características dentales en dientes monoradiculares pertenecientes al Cementerio de San José de Huancaro de Cusco, todas estas mediciones fueron realizadas utilizando los principios que están establecidos en el método Lamendin et al. (1992), datos que serán utilizados para la evaluación de la fiabilidad del estudio del señor Christian Sebastian Quispe Yupayccana identificado con DNI N° 48337593.

Sin más que acotar se expide la siguiente constancia para los fines que necesite el interesado.

Cusco, 27 de Mayo del 2020

C.D. Esp. Sharon Meybis Holgado Ponce
Odontóloga Forense
C.O.P N° 18411 - R.N.E. N° 1192



ANEXO C: CONSTANCIA DE MEDICIONES DEL OBSERVADOR N° 2

Año de la universalización de la salud

CONSTANCIA

Quien suscribe: Licenciado Alejandro Charles Rodríguez Zegarra, Antropólogo forense con N° de colegiatura 1256, y registro de especialidad N° 009, hace constar que realizó las mediciones de tres características dentales de 15 individuos adultos, todas estas mediciones fueron realizadas utilizando los principios que están establecidos en el método Lamendin et al. (1992), estos datos serán utilizados para la evaluación de la fiabilidad del estudio del señor Christian Sebastian Quispe Yupayccana identificado con DNI N° 48337593, quien en su calidad de voluntario ha venido apoyando en la DML II de Cusco.

Sin más que acotar se expide la siguiente constancia para los fines que necesite el interesado

Cusco, 27 de Mayo del 2020

Lic. Alejandro Charles Rodríguez

DNI 30676398

Alejandro Charles Rodríguez Zegarra
ANTROPOLOGO
CPA.F. 1256



ANEXO D: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

FICHA DE REGISTRO

N° de resto óseo C03 Fecha 15/07/2019 (Extracción)

Código C03 16/07/2019 (Análisis)

Sexo Femenino

Edad 43

N° de pieza dental 1.2

Observaciones: Dejarte grado 2 en corona hacia distal
no presenta cavies, residuos de material inorganico
odeuido se nota bien en cavies vestibular y lingual

Medición Christian

Medición		
Superficie	Vestibular	Lingual
Periodontosis	1.48 mm	1.07 mm
Transparencia radicular	3.73 mm	3.25 mm
Altura radicular	12.13 mm	12.05 mm



Datos utilizados para evaluar el error inter-observador de la altura de raíz

Altura de raíz				
Código	Diente	Observador 1	Observador 2	Observador 3
C1	1.1	13.3	13.17	13.22
C2	2.1	11.96	12.11	12.13
C3	2.1	12.58	13.59	13.37
C4	3.2	14.26	14.10	14.60
C5	3.2	15.45	15.77	15.41
C6	4.2	14.15	14.52	14.58
C7	4.3	15.89	16.28	15.99
C8	3.1	11.48	11.72	11.62
C9	3.3	16.16	16.40	16.02
C10	4.3	14.81	14.53	14.46
C12	3.2	14.70	14.77	14.69
C13	1.1	15.03	15.17	14.77
C14	1.1	16.30	16.37	16.28
C15	3.3	19.36	20.14	19.35
C16	2.1	12.74	12.77	12.63

Datos para evaluar el error inter-observador de la periodontosis

Periodontosis			
Código	Diente	Observador 1	Observador 3
C04	2.2	2.43	1.67
C04	4.2	1.53	1.43
C05	2.2	1.89	2.70
C05	3.2	2.26	2.53
C05	4.2	2.23	2.31
C07	1.1	3.55	3.97
C07	2.1	3.21	3.75
C07	1.2	1.45	1.36
C07	2.2	3.05	2.70
C08	1.2	2.01	0.76
C08	3.2	3.06	2.96
C08	4.2	2.76	2.85
C09	2.1	2.04	1.51
C10	1.2	2.86	2.81
C10	2.2	2.86	2.85
C11	1.1	2.67	3.01
C11	2.1	2.40	2.25
C12	1.1	3.23	2.78
C12	2.2	2.28	2.34
C13	1.2	3.39	2.17
C13	3.3	2.25	1.88
C14	1.2	2.78	2.33
C14	2.2	3.97	3.84



ANEXO E: DATOS DE LOS TRES OBSERVADORES PARA DETERMINAR LA FIABILIDAD DE ESTE ESTUDIO

Datos utilizados para evaluar el error inter-observador de la transparencia radicular

Transparencia radicular				
Código	Diente	Observador 1	Observador 2	Observador 3
C1	1.1	3.12	2.17	2.79
C2	2.1	2.44	2.38	2.62
C3	2.1	2.35	5.13	5.71
C4	3.2	2.35	2.78	2.71
C5	3.2	2.35	1.99	2.29
C6	4.2	11.17	11.61	11.9
C7	4.3	8.84	9.60	9.15
C8	3.1	3.40	3.14	3.30
C9	3.3	3.17	3.25	3.19
C10	4.3	3.64	3.44	3.30
C12	3.2	6.09	5.74	4.87
C13	1.1	4.52	5.86	4.51
C14	1.1	7.96	10.35	10.34
C15	3.3	4.83	7.36	5.62
C16	2.1	3.00	5.93	3.11

Anexo 6

Datos utilizados para evaluar el error inter-observador de la periodontosis

periodontosis				
Código	Diente	Observador 1	Observador 2	Observador 3
C1	1.1	2.66	1.45	2.79
C2	2.1	2.40	2.20	2.03
C3	2.1	2.10	1.83	2.10
C4	3.2	2.87	2.43	3.06
C5	3.2	1.98	1.13	1.85
C6	4.2	3.93	1.79	2.54
C7	4.3	2.22	2.92	2.12
C8	3.1	2.34	1.82	2.12
C9	3.3	3.41	2.91	2.42
C10	4.3	3.00	2.24	4.67
C12	3.2	4.85	3.83	4.85
C13	1.1	3.03	1.55	1.94
C14	1.1	3.18	2.36	2.53
C15	3.3	2.47	3.36	2.22
C16	1.1	2.69	2.05	2.87



ANEXO F: DATOS DEL OBSERVADOR 3 PARA DETERMINAR LA FIABILIDAD DE ESTE ESTUDIO

Datos de la primera observación para determinar el error intra-observador

Primera Observación (Observador 3)				
Codigo	Diente	Periodontosis	transparencia de la raíz	altura de la raíz
C1	1.1	2.79	2.79	13.22
C2	2.1	2.03	2.62	12.13
C3	2.1	2.10	5.71	13.37
C4	3.2	3.06	2.71	14.6
C5	3.2	1.85	2.29	15.41
C6	4.2	2.54	11.9	14.58
C7	4.3	2.12	9.15	15.99
C8	3.1	2.12	3.3	11.62
C9	3.3	2.42	3.19	16.02
C10	4.3	4.67	3.3	14.46
C12	3.2	4.85	4.87	14.69
C13	1.1	1.94	4.51	14.77
C14	1.1	2.53	10.34	16.28
C15	3.3	2.22	5.62	19.35
C16	1.1	2.87	3.11	12.63

Datos de la segunda observación para determinar el error intra-observador

Segunda Observación (Observador 3)				
Codigo	Diente	Periodonto	transparencia de la raíz	altura de la raíz
C1	1.1	3.07	2.70	13.25
C2	2.1	2.22	2.16	12.22
C3	2.1	2.00	5.75	13.48
C4	3.2	2.72	2.66	14.60
C5	3.2	1.89	2.11	15.29
C6	4.2	2.46	11.78	14.66
C7	4.3	2.00	9.17	16.00
C8	3.1	2.10	3.12	11.45
C9	3.3	2.58	3.12	16.00
C10	4.3	4.66	3.10	14.34
C12	3.2	4.05	4.86	14.64
C13	1.1	1.72	4.70	14.77
C14	1.1	2.29	9.50	16.28
C15	3.3	1.80	5.59	18.72
C16	1.1	2.27	2.98	12.54

ANEXO G: PANEL FOTOGRÁFICO DE TRABAJO DE CAMPO



Figura 4: *Entrada de cementerio de San José de Huancaro*



Figura 5: *Interior del cementerio de San José de Huancaro*



Figura 6: Almacén de restos óseos humanos



Figura 7: Interior de almacén de restos óseos humanos



Figura 8: Trabajo de campo en interior de almacén



Figura 9: Trabajo de campo en interior de almacén



Figura 10: *Muestra seleccionada en primera etapa*



Figura 11: *Muestra seleccionada en segunda etapa*

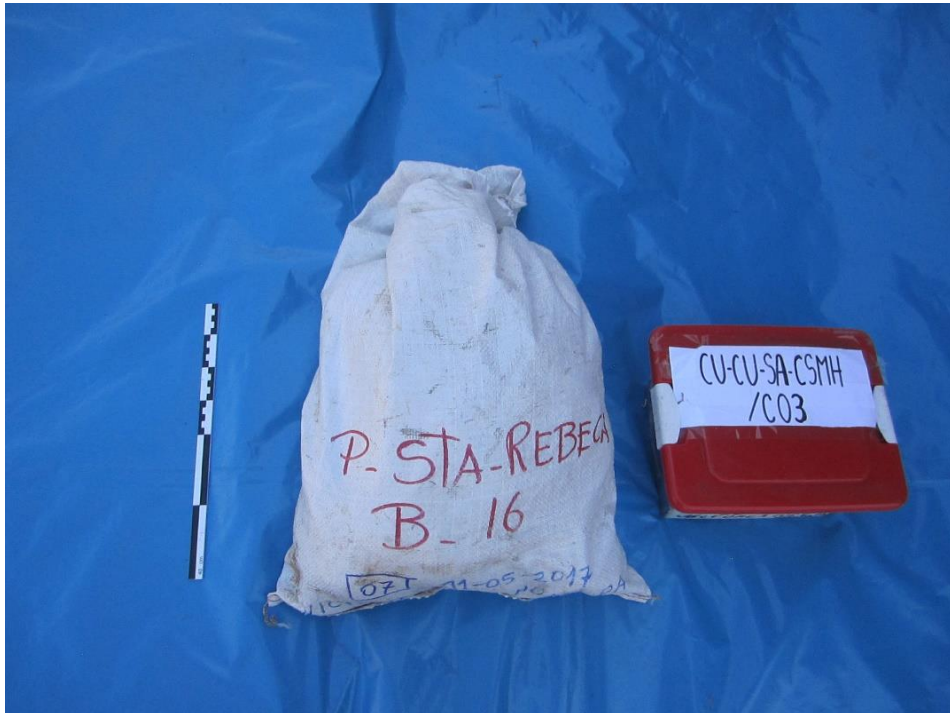


Figura 12: Individuo seleccionado de almacén

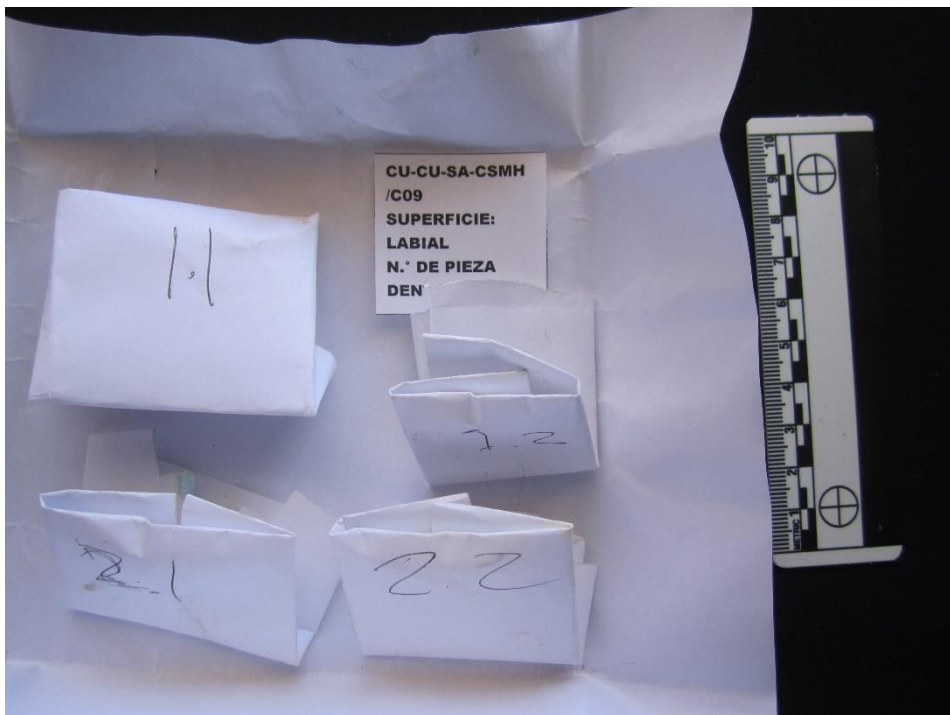


Figura 13: Piezas dentales separadas para análisis



Figura 14: Algunos instrumentos utilizados en el trabajo de campo



Figura 15: Pieza dental seleccionada de individuos N° 05 de segunda etapa de investigación



Figura 16: Pieza dental seleccionada de individuos N° 09 de segunda etapa de investigación

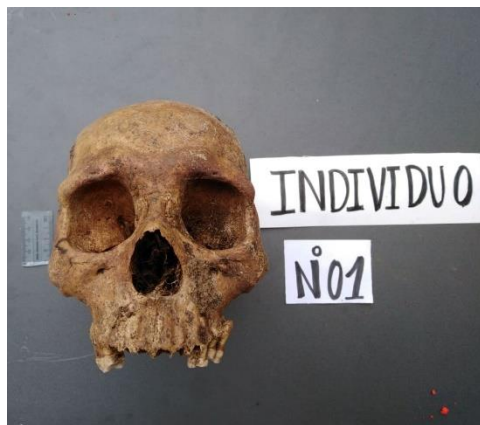


Figura 17: Individuo N° 01 de primera etapa de investigación

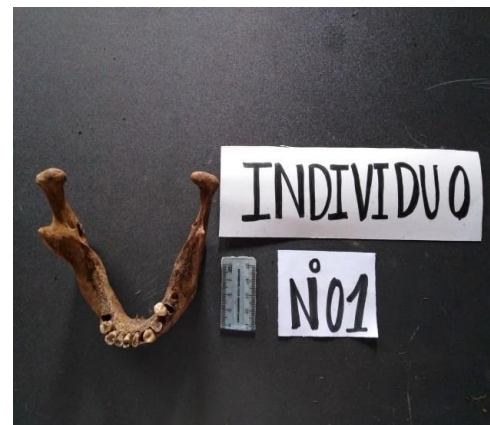


Figura 18: Individuo N° 01 de primera etapa de investigación



Figura 19: Individuo N° 02 de primera etapa de investigación

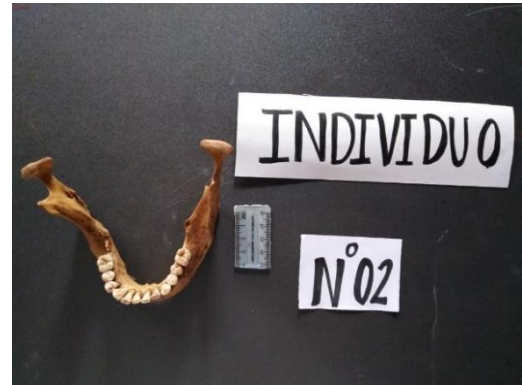


Figura 20: Individuo N° 02 de primera etapa de investigación

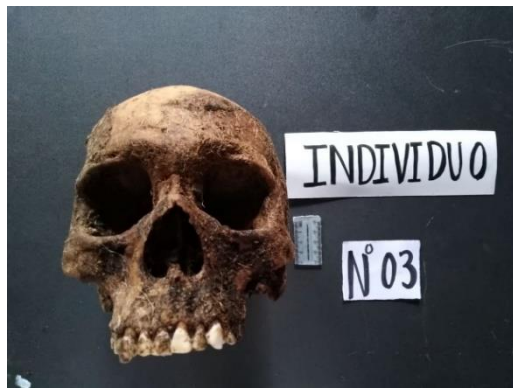


Figura 21: Individuo N° 03 de primera etapa de investigación

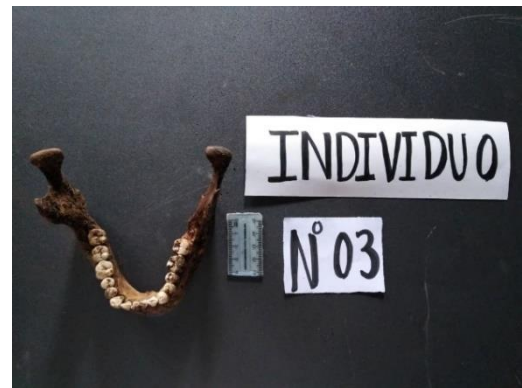


Figura 22: Individuo N° 03 de primera etapa de investigación

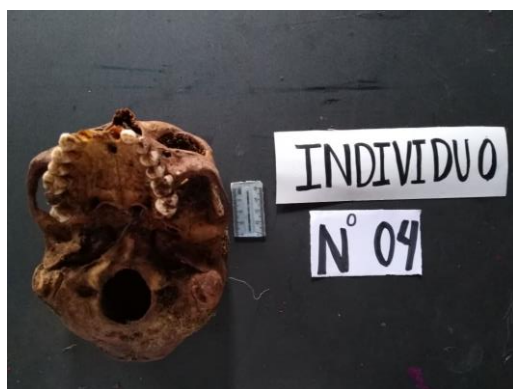


Figura 23: Individuo N° 04 de primera etapa de investigación

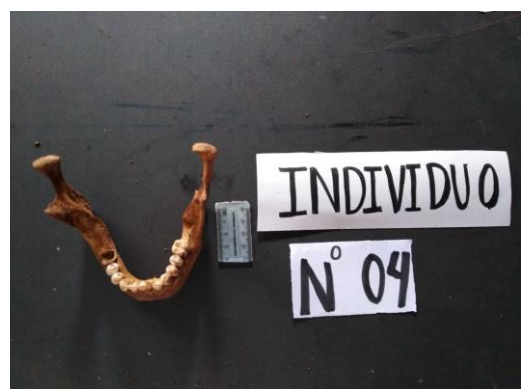


Figura 24: Individuo N° 04 de primera etapa de investigación

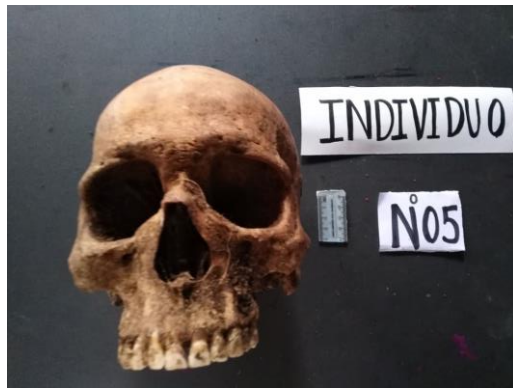


Figura 25: Individuo N° 05 de primera etapa de investigación

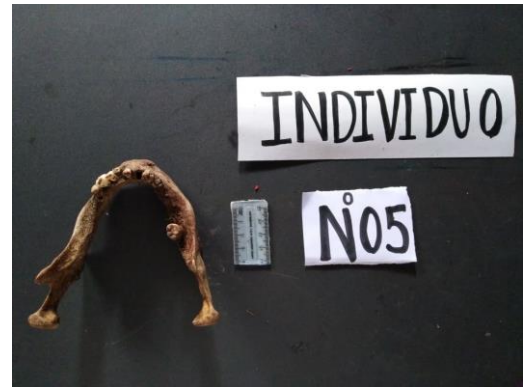


Figura 26: Individuo N° 05 de primera etapa de investigación

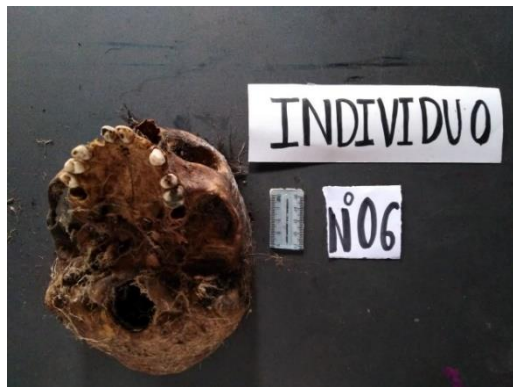


Figura 27: Individuo N° 06 de primera etapa de investigación

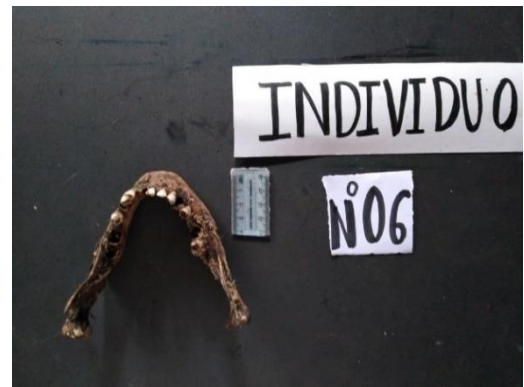


Figura 28: Individuo N° 06 de primera etapa de investigación

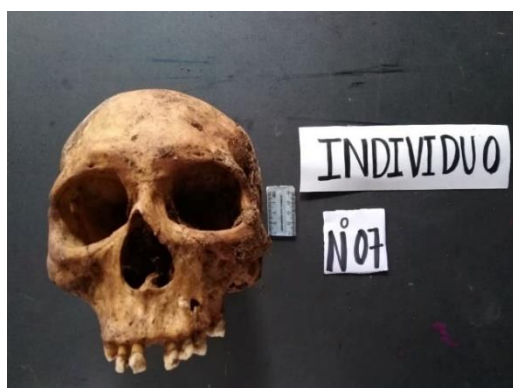


Figura 29: Individuo N° 07 de primera etapa de investigación

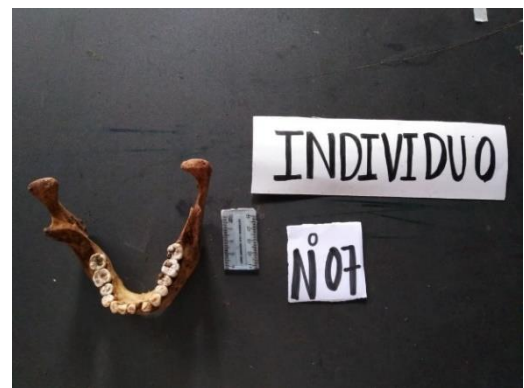


Figura 30: Individuo N° 07 de primera etapa de investigación

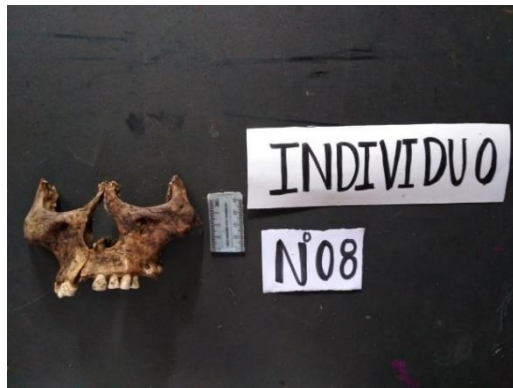


Figura 31: Individuo N° 08 de primera etapa de investigación

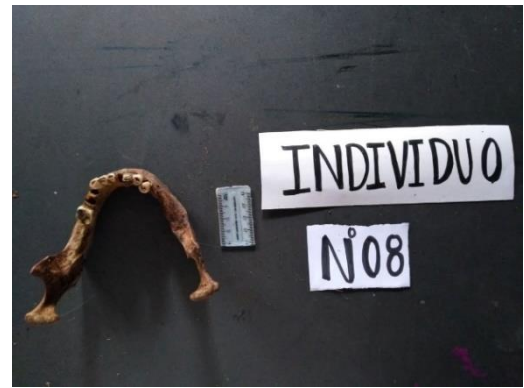


Figura 32: Individuo N° 08 de primera etapa de investigación

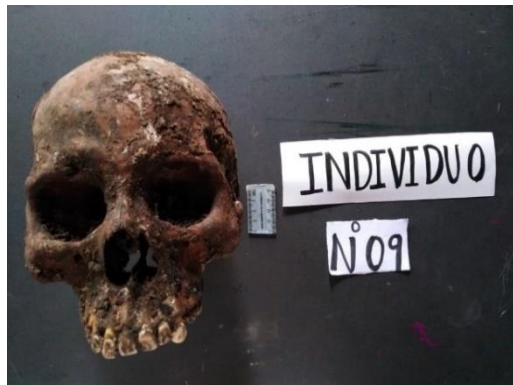


Figura 33: Individuo N° 09 de primera etapa de investigación

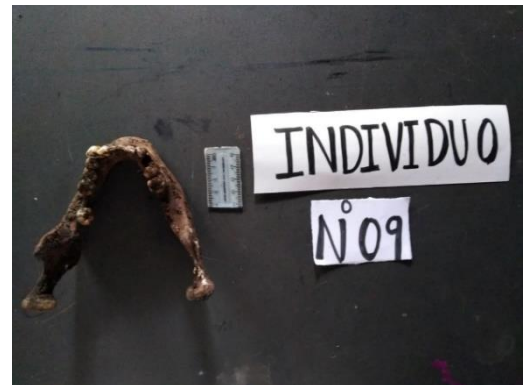


Figura 34: Individuo N° 09 de primera etapa de investigación



Figura 35: Individuo N° 10 de primera etapa de investigación



Figura 36: Individuo N° 10 de primera etapa de investigación

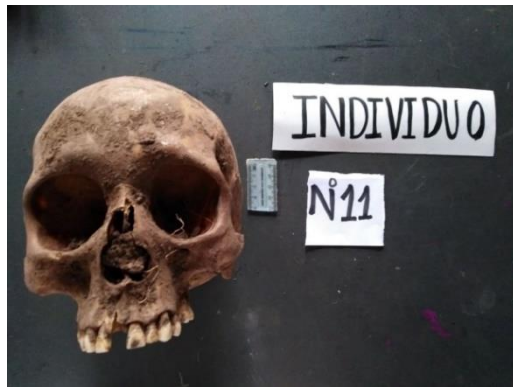


Figura 37: Individuo N° 11 de primera etapa de investigación



Figura 38: Individuo N° 11 de primera etapa de investigación



Figura 39: Individuo N° 12 de primera etapa de investigación

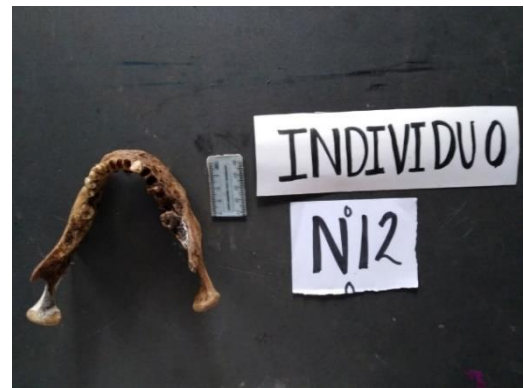


Figura 40: Individuo N° 12 de primera etapa de investigación



Figura 41: Individuo N° 13 de primera etapa de investigación

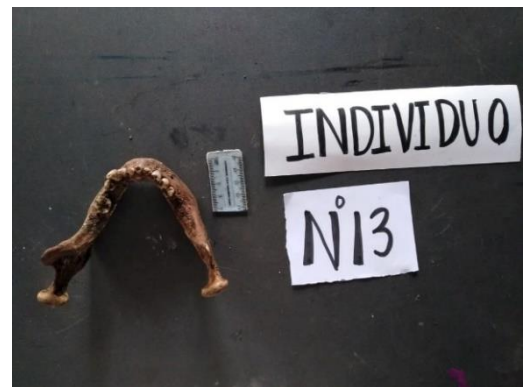


Figura 42: Individuo N° 13 de primera etapa de investigación



Figura 43: Individuo N° 14 de primera etapa de investigación

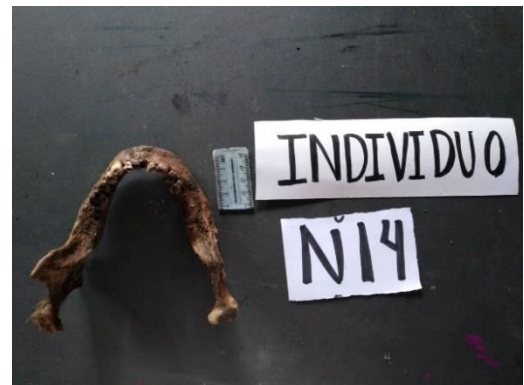


Figura 44: Individuo N° 14 de primera etapa de investigación



Figura 45: Individuo N° 15 de primera etapa de investigación

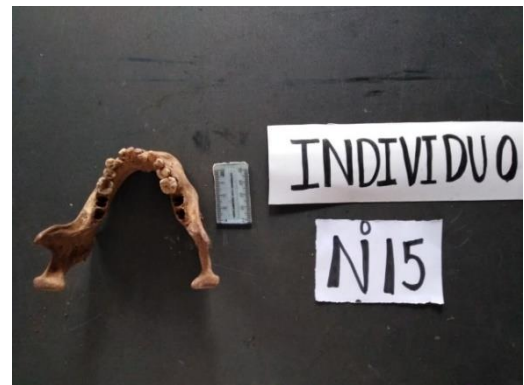


Figura 46: Individuo N° 15 de primera etapa de investigación



Figura 47: Individuo N° 16 de primera etapa de investigación



Figura 48: Individuo N° 16 de primera etapa de investigación

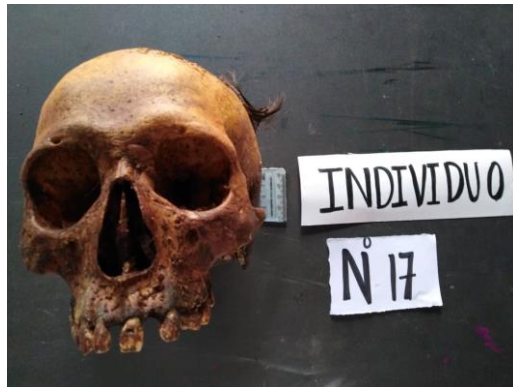


Figura 49: Individuo N° 17 de primera etapa de investigación



Figura 50: Individuo N° 17 de primera etapa de investigación



Figura 51: Individuo N° 01 de segunda etapa de investigación



Figura 52: Individuo N° 02 de segunda etapa de investigación



Figura 53: Individuo N° 04 de segunda etapa de investigación



Figura 54: Individuo N° 03 de segunda etapa de investigación



Figura 55: Individuo N° 05 de segunda etapa de investigación



Figura 56: Individuo N° 06 de segunda etapa de investigación



Figura 57: Individuo N° 07 de segunda etapa de investigación



Figura 58: Individuo N° 08 de segunda etapa de investigación



Figura 59: Individuo N° 10 de segunda etapa de investigación



Figura 60: Individuo N° 11 de segunda etapa de investigación



Figura 61: Individuo N° 12 de segunda etapa de investigación



Figura 62: Individuo N° 13 de segunda etapa de investigación