



**UADY**  
CIENCIAS DE LA SALUD  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

MEDICIONES DEL ÁREA CORONAL DE PRIMEROS  
MOLARES PARA EFICIENTAR EL ACCESO  
ENDODÓNTICO

Tesis presentada por:  
ANDRÉS VARGAS LÓPEZ

En opción al Diploma de Especialización en:  
ENDODONCIA

Directora:  
DRA. ELMA MARÍA VEGA LIZAMA

Mérida, Yucatán, Julio de 2018



**UADY**

CIENCIAS DE LA SALUD

FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA



**UADY**  
CIENCIAS DE LA SALUD  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

MEDICIONES DEL ÁREA CORONAL DE PRIMEROS  
MOLARES PARA EFICIENTAR EL ACCESO  
ENDODÓNTICO

Tesis presentada por:  
ANDRÉS VARGAS LÓPEZ

En opción al Diploma de Especialización en:  
ENDODONCIA

Directora:  
DRA. ELMA MARÍA VEGA LIZAMA

Mérida, Yucatán, Julio de 2018



**UADY**  
CIENCIAS DE LA SALUD  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mérida, Yucatán, 1 de Julio de 2018

**C. ANDRÉS VARGAS LÓPEZ**

Con base en el dictamen emitido por su Directora y revisores, le informo que la Tesis titulada "**MEDICIONES DEL ÁREA CORONAL DE PRIMEROS MOLARES PARA EFICIENTAR EL ACCESO ENDODÓNTICO**", presentada como cumplimiento a uno de los requisitos establecidos para optar al Diploma de la Especialización en Endodoncia, ha sido aprobada en su contenido científico, por lo tanto, se le otorga la autorización para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios, se le asigne la fecha y hora en la que deberá realizar su presentación y defensa.



**M. C. O. José Rubén Herrera Atoche**  
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación

Dra. Elma María Vega Lizama  
Directora de Tesis

M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas  
Revisor

C. D. Víctor Manuel Novelo Alvarez  
Revisor

Artículo 78 del reglamento interno de la facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Aunque una tesis hubiera servido para el examen profesional y hubiera sido aprobada por el sínodo, sólo su autor o autores son responsables de las doctrinas en ella emitidas.

Este trabajo se realizó en la Clínica de Especialización en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán, bajo la dirección de la Dra. Elma María Vega Lizama. Los resultados presentados, son parte del proyecto de investigación “Morfología radicular en una población yucateca de origen Maya y sus implicaciones endodónticas”. Con financiamiento externo PRODEP (UADY-PTC-225) y con clave SISTPROY (FODO-2016-0010).

## AGRADECIMIENTOS

“No existen dos caminos iguales, cada quién lo recorre a su manera, e incluso caminando juntos a cada quien el sol, el viento o la lluvia le afecta diferente”

Para todos aquellos que formaron parte de este camino.

Un simple gracias no es suficiente, pero es la forma más sincera de decir lo mucho que los aprecio y lo importante que han sido durante estos años, su compañía, apoyo y comprensión han sido un motor invaluable sin el que esto no hubiera sido posible.

Un agradecimiento especial a mis padres, misión cumplida, gracias por darme el regalo más grande de la vida que es la educación y la preparación, se perfectamente el esfuerzo realizado para que pueda lograr todas mis metas.

A la Dra. Elma, gracias por ser la guía perfecta en este camino, por siempre apoyarme y ayudarme en todo como académica y como amiga, por ser consejera, por escuchar nuestras alegrías y nuestras penas, por regalarme la oportunidad de participar en concursos y ganar primeros lugares, simplemente por ser esa persona en quien confiar.

Al CONACYT por el apoyo y el financiamiento mediante una beca como ayuda para poder completar mis estudios de posgrado.

## ÍNDICE

RESUMEN

Página

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3

JUSTIFICACIÓN

38

OBJETIVOS

40

MATERIAL Y MÉTODO

41

RESULTADOS

49

DISCUSIÓN

67

CONCLUSIONES

71

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

74



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. A. Los límites mesial y distal de un molar superior muestran la localización del inicio del acceso. B. Los límites mesial y distal de un molar inferior muestran la localización del inicio del acceso.	10
Figura 2. Anatomía externa primer molar superior	11
Figura 3. Anatomía radiográfica primer molar superior	11
Figura 4. Primer molar superior, reconstrucción con Microtomografía	12
Figura 5. Anatomía interna de un primer molar superior con tres conductos	13
Figura 6. Primer molar superior vista vestibular, vista mesial, vista distal. Cortes transversales en tercio coronal, tercio medio, tercio apical.	13
Figura 7. Cavidad de acceso para primer molar superior	15
Figura 8. Anatomía externa segundo molar superior	16
Figura 9. Anatomía interna del segundo molar superior, reconstrucción por medio de microtomografía	17
Figura 10. Cavidad de acceso para un segundo molar superior	18
Figura 11. Anatomía externa primer molar inferior	18
Figura 12. Primer molar inferior, reconstrucción por medio de micro-tomografía	19
Figura 13. Primer molar inferior vista vestibular, vista mesial, vista distal. Cortes transversales en tercio coronal, tercio medio, tercio apical.	20

Figura 14. Anatomía externa segundo molar inferior. b. Anatomía interna	22
Figura 15. Anatomía interna segundo molar inferior	23
Figura 16. Segundo molar inferior con tres conductos iniciales que terminan en un conducto apical en las dos raíces	24
Figura 17. Cavity de acceso para un segundo molar inferior vista a través del microscopio operatorio dental. A, Dos orificios de conductos radiculares (mesial y distal). B, Tres orificios de conductos radiculares (mesiovestibular, mesiolingual y distal). C, Se identifican cuatro orificios de conductos radiculares (mesiovestibular, mesiolingual, distovestibular y distolingual)	24
Figura18. Rectángulo perfecto creado con herramienta ROI	44
Figura 19. Medida D1 ejemplificada con color amarillo para molares maxilares	45
Figura 20. Medida D2 ejemplificada con color azul para molares maxilares	45
Figura 21. Distancia D3 ejemplificada con color rosa para molares maxilares	46
Figura 22. Medida D2 ejemplificada con color azul para molares mandibulares	46
Figura 23. Medida D3 ejemplificada con color rosa para molares mandibulares	47
Figura 24. Medida D5 ejemplificada con color verde para molares mandibulares	47
Figura 25: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares superiores	49
Figura 26: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares superiores	50

Figura 27: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno palatino de los primeros molares superiores	50
Figura 28: Distancia vertical de la cúspide al cuerno (D1) de los primeros molares superiores	51
Figura 29: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares inferiores	51
Figura 30: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares inferiores	52
Figura 31: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno mesiolingual de los primeros molares inferiores	52
Figura 32: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno distolingual de los primeros molares inferiores	53
Figura 33: Distancia vertical de la cúspide al cuerno (D1) de los primeros molares inferiores	53
Figura 34: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares superiores	54
Figura 35: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares superiores	54
Figura 36: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno palatino de los primeros molares superiores	55

Figura 37: Distancia horizontal en milímetros del cuerno mesiobucal al surco fundamental de los primeros molares superiores	55
Figura 38: Distancia horizontal en milímetros del cuerno distobucal al surco fundamental de los primeros molares superiores	56
Figura 39: Distancia horizontal en milímetros del cuerno palatino al surco fundamental de los primeros molares superiores	56
Figura 40: Distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y distancia horizontal del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares superiores	57
Figura 41: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares inferiores	57
Figura 42: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares inferiores	58
Figura 43: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno mesiolingual de los primeros molares inferiores	58
Figura 44: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno distolingual de los primeros molares inferiores	59
Figura 45: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno mesiobucal al surco fundamental de los primeros molares inferiores	59
Figura 46: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno	60

distobucal al surco fundamental de los primeros molares inferiores	
Figura 47: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno mesiolingual al surco fundamental de los primeros molares inferiores	60
Figura 48: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno distolingual al surco fundamental de los primeros molares inferiores	61
Figura 49: Distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y distancia horizontal	61
Figura 50: Porcentaje de la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y la distancia horizontal del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares	62
Figura 51: Porcentajes de la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y distancia horizontal del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares inferiores	63
Figura 52: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares superiores en su cara bucal	64
Figura 53: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares superiores en su cara palatina	64
Figura 54: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares inferiores en su cara bucal	65
Figura 55: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso	65

de la cámara pulpar de los primeros molares inferiores en su cara lingual

Figura 56: Distancia promedio vertical del surco fundamental al piso 66

de la cámara pulpar. en los primeros molares superiores e inferiores

Figura 57: Ejemplo de la ubicación aproximada para la realización del 72

acceso al 43% en molares maxilares

Figura 58: Ejemplo de la ubicación aproximada para la realización del 72

acceso al 43% en molares maxilares

Figura 59: Ejemplo aproximado de la zona en la cual se propone el acceso 73

endodóntico

## RESUMEN

Durante el tratamiento endodóntico existe la posibilidad de que ocurran accidentes y complicaciones, éstos pueden ocurrir al realizar la trepanación, la instrumentación, la irrigación, la obturación, la colocación de algún poste o desobturando un conducto en un retratamiento.

Una de las etapas que presenta mayor riesgo y desafío es la preparación de la cavidad de acceso, ya que en ésta intervienen varios aspectos importantes que se deben considerar antes de realizar la perforación de la corona clínica del diente. Entre éstos se destaca la morfología de la superficie oclusal de la corona, la cual varía de un diente a otro, impidiendo que el operador pueda realizar el acceso de una manera estándar.

Si el acceso endodóntico no se realizara de manera adecuada, podría conducir a una serie de complicaciones tales como la posible fractura de instrumentos, insuficiente remoción del contenido, así como la incorrecta conformación y obturación del conducto. Finalmente, lo anterior puede conducir a disminuir el porcentaje de éxito del tratamiento. El conocimiento de la ubicación general y dimensiones de la cámara pulpar puede reducir percances iatrogénicos como la perforación. Sin embargo, pocos estudios han evaluado los puntos anatómicos externos como puntos de referencia de la ubicación de los cuernos pulpares y el piso de la cámara pulpar. En este sentido el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) supera muchas de las limitaciones de la radiografía periapical, por lo que su uso para determinar dichas referencias endodónticas se recomienda.

En el presente estudio, nos centramos en los dientes sin extensas restauraciones o caries que pudieran afectar la cámara pulpar, ya que representan una muestra que puede compararse con los órganos dentales que se encuentran regularmente en la clínica. Así también, estos permitieron la identificación adecuada de los parámetros estudiados. Sin embargo, vale la pena señalar que los dientes con restauraciones o caries que invaden a la cámara pulpar son los más problemáticos durante la preparación para la cavidad de acceso. La información obtenida en esta investigación ayudará a ejecutar un acceso endodóntico con mayor predictibilidad proporcionando una guía más cuantitativa, precisa y fiable para

realizar la cavidad de acceso en molares permanentes con menor cantidad de perforaciones iatrogénicas en el área de la furca y paredes axiales.



## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El tratamiento endodóntico puede presentar complicaciones en el transcurso de este mismo; éstas pueden ocurrir durante el acceso, la instrumentación, la irrigación y/o la obturación.

Durante el acceso se presentan grandes riesgos, como pueden ser, perforaciones, desgaste excesivo de estructura sana, por lo cual se debe considerar antes de realizar el acceso, la morfología del diente. El procedimiento para realizar el acceso está determinado por la sensibilidad táctil del clínico. Ésta puede ser afectada por diferentes tipos de patologías como pueden ser caries, restauraciones, como prótesis fija o calcificaciones. Existe una alta incidencia de perforaciones y iatrogenias causadas principalmente por falta de conocimiento en las diferentes áreas, falta de experiencia y la poca literatura existente sobre la morfología cameral, esto ocurre sobre todo en molares puesto que presentan morfologías complejas.

Las radiografías son esenciales en todas las fases del tratamiento endodóntico. Aportan información importante para el diagnóstico y las fases de tratamiento, y así mismo, contribuyen a evaluar el éxito o el fracaso del tratamiento. Sin embargo, una de las limitaciones de la radiografía es que únicamente nos muestran imágenes en segunda dimensión de objetos en tercera dimensión y la incapacidad para detectar la destrucción o la enfermedad del hueso hasta que ésta afecta la cortical.

El uso del CBCT en endodoncia está aumentando rápidamente en el mundo, en comparación con los métodos tradicionales radiográficos, el CBCT es un método de imagen en tercera dimensión que ofrece la posibilidad de ver los dientes en cualquier vista, en lugar de puntos de vista predeterminados.

La ocurrencia de perforaciones durante el tratamiento de endodoncia se informó en un rango de 2.3-12%. Autores mencionan que existe un aumento del riesgo de

perforaciones en el maxilar superior, mientras que otros afirman que el 55% de las perforaciones ocurren en molares inferiores.

El uso imágenes CBCT para medir y calcular las mediciones intrapulpares puede proporcionar información anatómica más precisa antes de los tratamientos. Esta información puede ayudar a lograr la preparación de acceso adecuado y minimizar los daños iatrogénicos

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál será la región, en la superficie oclusal de primeros molares, que se ubica por encima de los cuernos pulpares en sentido perpendicular al plano oclusal

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los órganos dentarios son la parte más importante del aparato masticatorio de la cavidad oral, estos son susceptibles a múltiples padecimientos como puede ser la caries y traumatismos, estos pueden llevar a causar procesos infecciosos que requieren atención odontológica del área endodóntica, con la finalidad de conservar los órganos el mayor tiempo posible en boca, manteniendo la integridad oral del paciente y evitando la disminución de la calidad de vida de los pacientes afectados.

Los dientes son órganos duros de color blanco marfil que, colocados en orden constante como unidades pares derechos e izquierdos de igual forma y tamaño, forman el aparato dentario y se encuentran dentro de la cavidad bucal (1), embriológicamente se desarrollan a partir de la interacción entre el ectodermo de la cavidad bucal y la mesénquima especial subyacente que proviene de la cresta neural (2). Al término de su desarrollo, las estructuras duras que lo conforman son: esmalte, dentina y cemento; al centro poseen un tejido conjuntivo laxo: la pulpa dental (1,2).

Para su estudio se reconocen morfológicamente tres regiones: corona, cuello y raíz. Internamente se encuentra la cavidad pulpar que se divide en cámara y conductos radiculares. La cámara corresponde a la porción de la cavidad interna a la corona mientras que los conductos a la porción radicular (1, 3, 4). La porción radicular se conforma de dos conductos considerando su estructura: el dentinario o largo y el cementario o corto. Éstos se unen en un área denominada CDC (unión de los conductos dentinario y cementario). El dentinario está localizado hacia la corona dental, se extiende desde la cámara pulpar hasta el CDC y recibe ese nombre porque se encuentra rodeado de dentina. El cementario está orientado hacia el ápice radicular y se extiende desde el CDC hasta el vértice radicular o terminación radicular radiográfica (5).

Externamente a cada diente se le estudian cuatro caras axiales (mesial, distal, bucal o vestibular y lingual o palatina) y dos perpendiculares (incisal y apical) (4).

Los dientes son susceptibles a múltiples padecimientos como puede ser la caries

dental, proceso infeccioso que, de no ser atendido a tiempo, llevará a la necrosis de los tejidos dentales internos hasta la formación de un absceso. La caries causa daños a los tejidos duros y, dependiendo de su avance y profundidad, puede llegar a los tejidos pulpares. Cuando esto ocurre, la situación se agrava y da paso a otras patologías derivadas de la afectación del tejido pulpar (pulpitis irreversible, necrosis, periodontitis apical crónica, periodontitis apical aguda, absceso apical crónico y absceso apical agudo entre otras). Las patologías originadas de la lesión del tejido pulpar pueden dar sintomatología dolorosa y producir abscesos e inflamación en los tejidos adyacentes (3). Ante estas situaciones sólo dos caminos para solucionar estos problemas: la primera es el tratamiento de conductos, para lograr que el paciente se encuentre asintomático y sin signos de infección; la segunda opción, menos indicada, será la extracción dentaria, lo que repercutirá negativamente en la salud bucal y general del paciente en diferente grado dependiendo de la situación particular del caso (5).

## ENDODONCIA

La Asociación Americana de Endodoncia define a la endodoncia como la rama de la odontología que se ocupa de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares. Su estudio y práctica, abarcan las ciencias básicas y clínicas, incluyendo la biología de la pulpa normal y la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones de la pulpa y las condiciones perirradiculares asociadas (6).

La iniciación en el estudio de la endodoncia presupone el conocimiento de la anatomía interna del diente, esto es de alta importancia puesto que es necesario para poder realizar correctamente los pasos del tratamiento que son: apertura coronaria y la localización de los conductos radiculares, para su preparación y posterior obturación. Una visión detallada de la cavidad pulpar es condición imprescindible para el estudio y el aprendizaje práctico de esta rama de la odontología (3).

El espacio completo dentro de la dentina que contiene pulpa se conoce como sistema de conductos radiculares. Los límites de este sistema corresponden al contorno externo del diente. Está dividido en dos partes: cámara pulpar y conducto radicular. La cámara

pulpar corresponde a la porción coronaria de la cavidad pulpar. Está situada en el centro de la corona, siempre es única, acompaña su forma externa, por lo general es voluminosa y aloja la pulpa coronaria. Está constituida por: el techo o la pared oclusal o incisal de la cavidad pulpar, de forma cóncava hacia la cara oclusal o el borde incisal y prominencias dirigidas hacia las puntas de las cúspides (divertículos), donde se alojan los cuernos pulpares. El piso o pared cervical, es la cara opuesta al techo. Tiene forma convexa y en él están localizadas las entradas de los conductos. Paredes laterales o circundantes, que reciben el nombre correspondiente a las caras hacia las cuales están orientadas (vestibular, lingual o palatina, mesial o distal). El conducto radicular es la parte de la cavidad pulpar correspondiente a la porción radicular de los dientes; en los que presentan más de una raíz, se inicia en el piso y termina en el foramen apical. Tiene forma cónica, con la base mayor dirigida hacia el piso y el vértice hacia la porción apical, con forma similar a la raíz (3,5).

Existen motivos por los que la cámara pulpar puede reducir su tamaño dependiendo de ciertos factores como pueden ser el avance de la edad, agresiones físicas, químicas o bacterianas. Esto, debido al depósito de dentina en sus paredes o a la formación de nódulos y agujas cálcicas (5).

La tríada de endodoncia consiste en la preparación biomecánica, control microbiano y la obturación completa del espacio del conducto radicular, ésta es la base de la terapia endodóntica. Sin embargo, a menos que el acceso a las entradas de los conductos y al ápice se haga correctamente, el logro de los objetivos de la tríada será difícil y consumirá tiempo (7).

## ACCESO ENDODÓNTICO

Una de las fases más importantes del tratamiento de conductos no quirúrgico, que además es la primera a realizar es el acceso. Una preparación del acceso bien diseñada resulta esencial para conseguir un buen resultado endodóntico (3).

Sin un acceso adecuado, los instrumentos y los materiales se convierten en difíciles de manipular dentro del sistema de conductos radiculares, altamente complejo y variable. La preparación de la cavidad de acceso tiene tres objetivos. El primero es eliminar toda la

caries, el segundo conservar la estructura dental sana y el tercero es abrir totalmente la cámara pulpar para eliminar todo el tejido pulpar coronal (vital o necrótico), esto permitirá localizar los orificios de los conductos radiculares y lograr el acceso en línea directa o recta al foramen apical o a la curvatura inicial del conducto (3).

Una cavidad de acceso correctamente preparada proporciona un camino sin obstáculos, recto y directo al sistema de conductos, y en último término hasta el ápice (3). El acceso en línea recta es la mejor opción para la preparación de todo el espacio del conducto y reduce el riesgo de fractura de lima (9). La conexión entre los ángulos de la línea crea la forma de la apertura. Puede ser necesario modificar la apertura para facilitar la localización de los conductos y crear una forma conveniente. El clínico debe encontrar un equilibrio entre la creación de un acceso adecuado y la eliminación de un exceso de dentina, que podrá comprometer la restauración final o favorecer la fractura de la corona (7).

El concepto del acceso endodóntico es muy importante, por lo cual es fundamental que todos los estudiantes lo comprendan en su totalidad. Desgraciadamente, este concepto suele ser muy complicado y difícil de dominar por el estudiante. Parte de esta dificultad, sin duda, radica en la tendencia de la mayoría de los estudiantes (así como los dentistas) de buscar los orificios de los conductos antes de retirar todo el techo. Ellos asumen que cuando los orificios se encuentran, esta parte del acceso se ha completado y que ya no necesitan ampliar el acceso y visualizar por completo el suelo de la cámara pulpar. Invariablemente, esto resulta en la eliminación inadecuada del techo de la cámara pulpar y la consiguiente incapacidad para ver todo el suelo de ésta (7).

La mayoría de los libros de texto recomiendan simplemente la eliminación completa del techo, pero no ofrecen directrices o puntos de referencia para indicar cuando precisamente se convierte en el acceso adecuado, el cual exige la eliminación completa de la cubierta y todas las obstrucciones de dentina y esmalte (7).

## REQUISITOS DEL ACCESO

Puesto que la anatomía interna dicta la forma del acceso, el primer paso para

preparar la cavidad de acceso es la visualización de la posición del espacio de la pulpa en el diente. Esta visualización requiere la evaluación de radiografías periapicales anguladas y el examen de la anatomía del diente a nivel coronal, cervical y radicular. Las radiografías nos ayudan a estimar la posición y el grado de calcificaciones de la cámara, el número de raíces y conductos y la longitud aproximada de los conductos. El clínico usa la información obtenida mediante estas exploraciones para elegir la dirección de la penetración de la fresa inicial (3).

De forma tradicional, las cavidades de acceso se han preparado con base en la anatomía oclusal. Sin embargo, es peligroso basarse totalmente en la anatomía oclusal, puesto que esa morfología puede cambiar conforme la corona es destruida por caries y reconstruida con diversos materiales de restauración. La dependencia completa de la anatomía oclusal puede explicar algunos errores de procedimiento (3).

En un estudio sobre 500 cámaras pulpares, Krasner y Randow encontraron que la unión cemento-esmalte (UCE) era el hito anatómico más importante para determinar la localización de las cámaras pulpares y los orificios de los conductos radiculares. El estudio demostró la existencia de una anatomía específica y consistente del suelo de la cámara pulpar. Determinaron que las paredes son concéntricas a la superficie externa del diente, que existe una distancia equidistante entre las paredes de la cámara pulpar y las paredes de la superficie externa a nivel del UCE. Proponen la utilización de la Ley de la localización de los orificios que menciona que se ubican siempre en la unión de la pared con el piso cameral, se ubican en los ángulos de la unión suelo-pared y que se ubican al final de las líneas de fusión del desarrollo (10).

La preparación de la cavidad de acceso conduce a la eliminación de parte de la porción central del diente; en consecuencia, disminuye la resistencia del diente frente al estrés. Después de completar la preparación, el clínico debe eliminar toda la estructura dental sin soporte para evaluar la posibilidad de restauración y prevenir la fractura del diente. Se debe evitar la eliminación innecesaria de estructura sana. Solo debe eliminarse estructura dental suficiente para permitir la colocación fácil de los instrumentos en cada orificio del conducto, sin interferencia de las paredes del conducto, en particular cuando el conducto se curva mucho o sale del suelo de la cámara en ángulo obtuso. Una cavidad

de acceso apropiada posee paredes cónicas y es más amplia en la superficie oclusal. Por lo tanto el diseño del acceso depende no solo de la localización de los orificios, sino de la posición y curvatura de todo el conducto. Las paredes del conducto radicular deben guiar el paso de los instrumentos hacia el interior del conducto. La falta de cumplimiento de esa norma conduce a errores del tratamiento, como perforación radicular, mala dirección de un instrumento desde el conducto principal (formación de un escalón) separación del instrumento o creación de una forma incorrecta del conducto (deformación apical) (3).

Nuevos estudios han propuesto la identificación de la anatomía externa e interna y la relación con el acceso endodóntico a través de la endodoncia virtual, es decir realizar la reproducción tridimensional del volumen del diente y el acceso de la cavidad pulpar. Una de las ventajas de este método es que la anatomía externa del diente se puede observar desde diferentes ángulos y cada etapa de acceso a la cámara pulpar puede ser consecutiva. Esto hace que esta herramienta sea un método educativo innovador y muy interesante, aunque también tiene sus inconvenientes ya que los pocos problemas con los que cuenta se han hecho evidentes y se centran principalmente en el método utilizado para tomar las secciones de los dientes. Inevitablemente, algunas secciones se deforman o se destruyen y eso hace más difícil el logro de la representación exacta del volumen del diente (11).

#### PREPARACIÓN DE LA CAVIDAD DE ACCESO POSTERIOR

La caries debe eliminarse antes de entrar en la cámara pulpar, de este modo se disminuye el riesgo de contaminación con bacterias de la cámara pulpar o de los conductos radiculares. Se deben eliminar por completo las restauraciones permanentes o defectuosas tanto amalgamas como resinas compuestas o coronas, para permitir el acceso en línea recta y evitar que los fragmentos de la restauración se introduzcan en el sistema de conductos radiculares (3).

Eliminación completa del techo:

Se utiliza una fresa redonda, una cónica para fisuras o una de diamante o carburo con la punta de seguridad para eliminar totalmente el techo de la cámara pulpar, incluyendo todos los cuernos pulpares. El objetivo es canalizar las esquinas de la cavidad



de acceso directamente en los orificios; se puede asentar en el suelo de la pulpa para modelar la pared axial con poco riesgo de excavación, se pasa entre los orificios a lo largo de las paredes axiales, para eliminar el techo, socavar las paredes internas y crear simultáneamente la forma deseada del contorno externo (3).

#### Identificación de todos los orificios de los conductos

En los dientes posteriores con múltiples conductos, las entradas de los conductos interpretan un papel importante para determinar la extensión final del contorno externo de la cavidad de acceso. En el caso ideal los conductos están localizados en las esquinas de la preparación final para facilitar el proceso de conformación y limpieza (3).

En el interior, la cavidad de acceso debe tener todos los conductos colocados por completo en el suelo de la cámara pulpar y no se debe extender a una pared axial. La extensión de un orificio en la pared axial crea un efecto de ratonera, que indica subextensión interna e impide el acceso en línea recta (3).

Con el fin de determinar el punto de comienzo para las preparaciones de la cavidad de acceso de los molares, el clínico debe establecer los límites de la preparación mesial y distal. La evaluación de las radiografías de aleta de mordida proporciona un método exacto para evaluar las extensiones mesiodistales de la cámara pulpar (12). El límite de la preparación para los molares tanto superiores como inferiores es una línea que conecta todos los vértices de las cúspides mesiales. Rara vez se encuentran cámaras pulpares mesiales a esa línea imaginaria. Un buen límite distal para los molares inferiores, es la frontera distal inicial que es la línea que conecta los surcos vestibular y lingual. En el caso de molares, la localización correcta del comienzo se encuentra en el surco central, a mitad del camino entre los límites de la preparación mesial y distal (3).

La forma del contorno final para los molares es triangular (para tres conductos) y romboidal (para cuatro conductos); sin embargo, los orificios de los conductos dictan la posición de las esquinas de esas formas geométricas. Por tanto, hasta que se hayan localizado los orificios de entrada de los conductos, la forma del contorno inicial se debe dejar oval. En los molares el ángulo de penetración debe hacerse hacia el conducto más

grande, puesto que el espacio de la cámara pulpar suele tener mayor tamaño en el punto justo oclusal al orificio de ese conducto. En los dientes posteriores con múltiples raíces, hay que tener cuidado para evitar perforaciones laterales y del área de la furca (3).

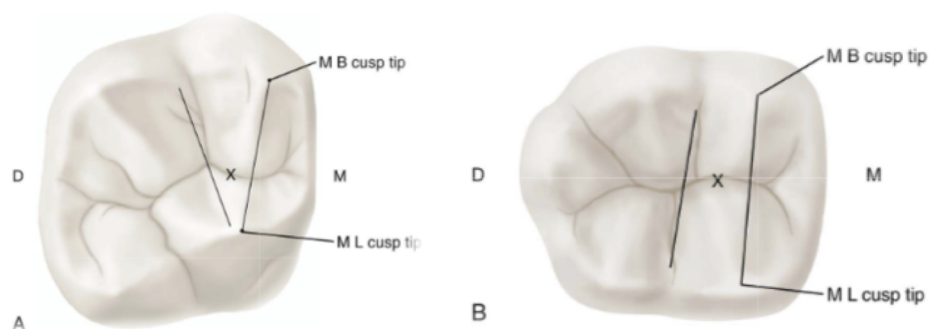


Figura 1. A. Los límites mesial y distal de un molar superior muestran la localización del inicio del acceso “X”. B. Los límites mesial y distal de un molar inferior muestran la localización del inicio del acceso “X” (3).

## 1. PRIMER MOLAR SUPERIOR

### a. Anatomía externa

El primer molar superior tiene una longitud promedio de 21.5 mm (5). Es el diente más voluminoso y con una morfología de conductos muy variable. La edad media de erupción es entre los 6 y 7 años, y la edad media de calcificación es entre los 9 y 10 años (3).

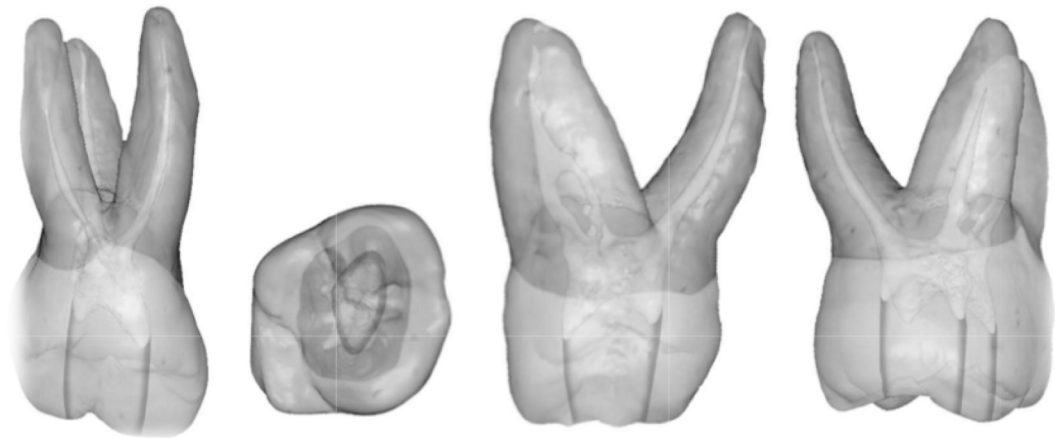


Figura 2. Anatomía externa primer molar superior (3).

La corona del primer molar superior tiene cuatro cúspides y tres raíces: mesiovestibular, disto-vestibular y palatina. La raíz mesiovestibular es aplanada en sentido mesiodistal y amplia en sentido vestibulopalatino, por lo que su sección transversal es de forma ovoide. Generalmente tiene una curvatura hacia distal, y tiene una concavidad en la superficie distal. La raíz disto-vestibular tiene menor volumen que la mesiovestibular, su sección es circular y su curvatura es menos pronunciada (3).

La raíz palatina es la más larga y amplia. Su sección es circular u ovoide, y puede ser recta o curva (Figura 2). La curvatura generalmente es hacia vestibular en el tercio apical, por lo que no se verá en una radiografía periapical ortorradiar (Figura 3).

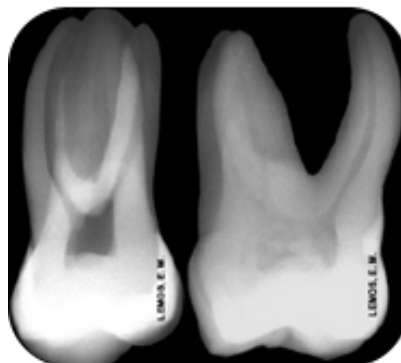


Figura 3. Anatomía radiográfica primer molar superior (3).

En el año 2006, Cleghorn *et al.* realizaron una revisión sobre la morfología radicular

y del sistema de conductos del primer molar superior, considerando estudios de laboratorio *in vitro*, estudios clínicos de anatomía *in vivo* y reporte de casos clínicos. Con respecto a la cantidad de raíces, se concluyó que el 96.2% de los dientes estudiados tenían tres raíces y el 3.8% dos raíces; así mismo se describió la incidencia de fusión de las raíces según la literatura revisada al año 2006. La fusión de dos o más raíces ocurrió en el 5.2% de los casos. La fusión de la raíz distovestibular con la palatina fue más frecuente que la de la raíz distovestibular con la mesiovestibular (13).

#### b. Anatomía interna

La cámara pulpar posee una forma trapezoidal, es amplia y tiene cuatro cuernos pulpares que se corresponden con la anatomía externa de la corona. Es alargada en sentido vestibulopalatino y estrecha en sentido mesiodistal (Figura 4).

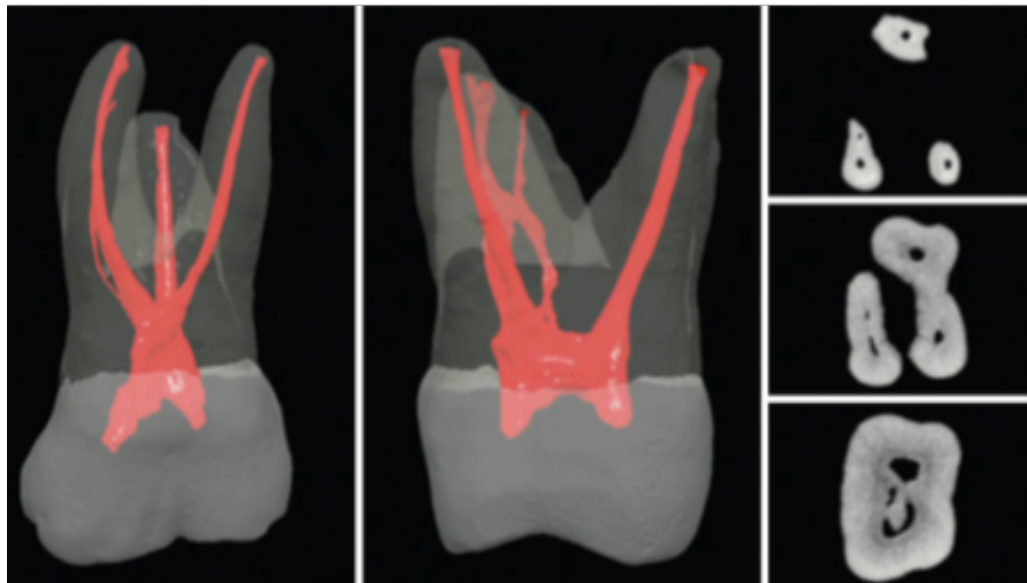


Figura 4. Primer molar superior, reconstrucción con Microtomografía (3).

El piso de la cámara es de forma triangular o trapezoidal, con su base mayor hacia vestibular y menor hacia palatino. Los ángulos del triángulo o trapecio están determinados por la entrada a los conductos radiculares (Figura 5 y 6).

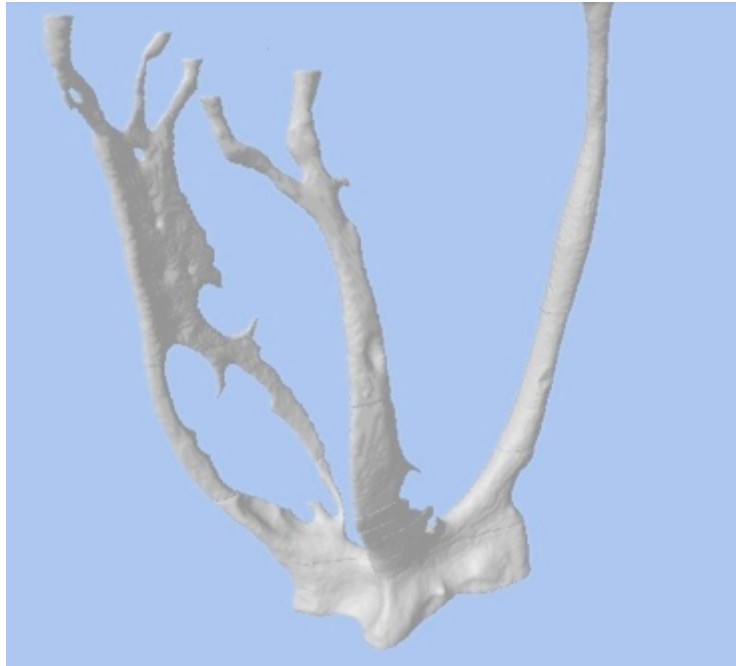


Figura 5. Anatomía interna de un primer molar superior con tres conductos (14).

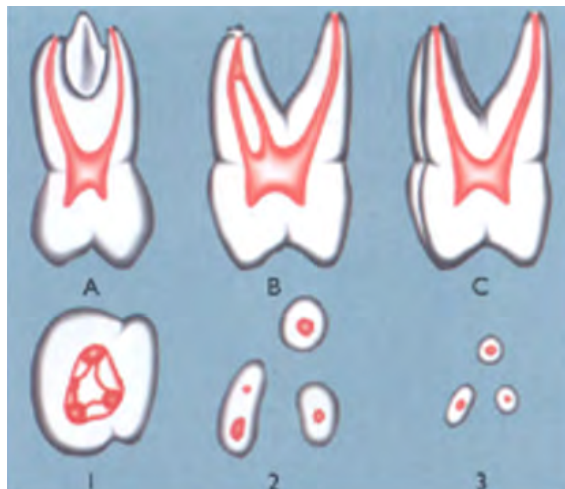


Figura 6. Primer molar superior (A) vista vestibular, (B) vista mesial, (C) vista distal. Cortes transversales en (1) tercio coronal, (2) tercio medio, (3) tercio apical (5).

Lo más frecuente es que el primer molar superior presente 3 o 4 conductos. Baratto *et al.* (2009) analizaron la anatomía interna del primer molar superior con distintos métodos: estudio *ex vivo* de 140 dientes extraídos, estudio de registros clínicos de 291 dientes tratados y análisis a través de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) de

54 dientes (15).

En el 67% de los dientes *ex vivo* se presentaron cuatro conductos, en los registros clínicos esta frecuencia fue del 53%, y en el estudio con CBCT fue del 37% de los molares. En el 92.85% de los casos, el cuarto conducto encontrado se ubicó en la raíz mesiovestibular (15).

#### c. Preparación de la cavidad de acceso del primer molar superior

Una sección transversal a nivel de la zona cervical del primer molar superior revela que el suelo de la cámara pulpar toma la forma de un cuadrilátero con cuatro lados desiguales. La mayoría de los autores describen la cavidad de acceso de los molares superiores e inferiores como un triángulo cuya apertura está desplazada en la parte más mesial de la corona. Sin embargo, el suelo de estos molares toma la forma de cuadrilátero por lo que la cavidad de acceso también debe tener una forma similar. Como ya se ha indicado, la cavidad de acceso puede ser la proyección del suelo de la cámara pulpar sobre la superficie oclusal. Por lo tanto, debe de tener una forma de cuadrilátero con esquinas redondeadas. El lado más corto del cuadrilátero es por lo general el lado palatino, el siguiente más largo es el lado bucal, que está ligeramente inclinado en dirección al paladar porque el conducto distovestibular se desplaza en esa dirección; el siguiente más largo es el lado distal; y el más largo es el lado mesial (16). En cuanto a la posición del suelo de la cámara pulpar con respecto a las paredes laterales, Acosta Vigouroux y Trugeda Bosaans encontraron que en 134 dientes extraídos que el suelo estaba exactamente en el centro de la corona dental y que hay que tener esto en cuenta durante la preparación correcta de la cavidad de acceso (17).

La preparación de la cavidad de acceso comienza con una fresa de diamante montada en una pieza de mano de alta velocidad y se coloca a nivel de la fosa central. Se inclina hacia el cuerno pulpar que radiográficamente parece más amplio, generalmente el palatino. Con la fresa redonda de baja velocidad los rebajes de dentina se eliminan, procediendo internamente al exterior. Por último, la fresa de diamante de auto-guía de alta velocidad se utiliza para el acabado. Si uno tiene dificultad en la localización de los conductos debe comenzar por la preparación del conducto palatino, que es generalmente

el más amplio y recto, por lo tanto, más fácil. La irrigación con hipoclorito de sodio ayudará a orientar una mejor búsqueda de los orificios de los otros conductos de la raíz. Después de la terapia endodóntica, la protección de las cúspides es aconsejable para evitar las fracturas de las cúspides o la corona-raíz (Figura 7).

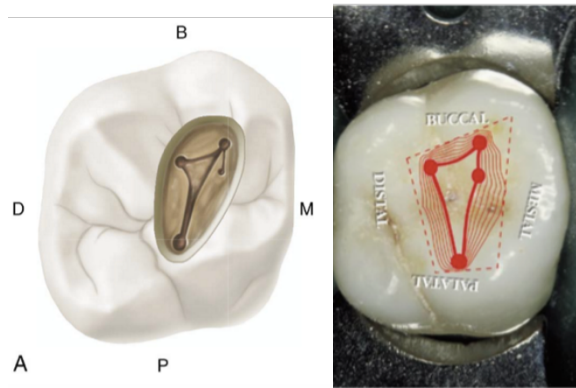


Figura 7. Cavidad de acceso para primer molar superior (8,16)

## 2. SEGUNDO MOLAR SUPERIOR

### a. Anatomía externa

El segundo molar superior tiene una longitud promedio de 20 mm. La edad media de erupción es entre los 11 y 13 años, y la edad media de calcificación es entre los 14 y 16 años. La corona puede ser tetracúspide como el primer molar superior, o tricúspide con una cúspide palatina voluminosa en forma de compresión (3).

Tiene tres raíces, dos vestibulares y una palatina. En general se parece al primer molar, pero la principal diferencia morfológica es que tiene las raíces más juntas y a veces fusionadas, siendo más frecuente la fusión de una de las raíces vestibulares con la palatina. También, aunque es más raro, pueden fusionarse ambas raíces vestibulares, originando una raíz única con un solo conducto amplio. Además, sus raíces son más cortas que el primer molar superior, y no tan curvas. Lo más común es que la raíz mesiovestibular sea curva hacia distal, sino puede ser recta. La raíz distovestibular es generalmente recta, y menos frecuentemente puede presentar una curvatura hacia mesial. La raíz palatina es recta, pero podría presentar una curvatura hacia vestibular (Figura 8).

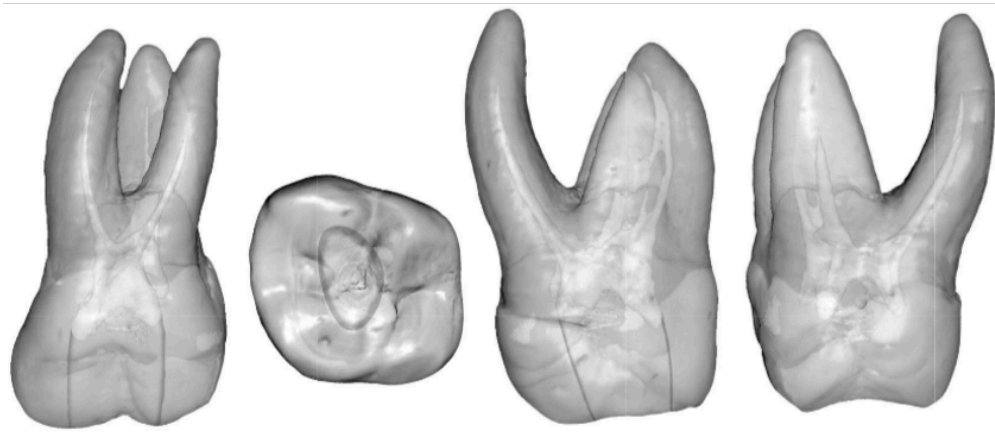


Figura 8. Anatomía externa segundo molar superior (3).

#### b. Anatomía interna

En el caso de las tricúspides, las entradas de los conductos en el piso cameral se disponen en forma de triángulo isósceles o escaleno. A veces pueden formar una línea recta. El orificio del conducto mesiovestibular está ubicado más hacia vestibular y mesial que en el primer molar superior. La entrada al conducto distovestibular se aproxima al punto medio entre la de los conductos mesiovestibular y palatino. En general los tres orificios se ubican más próximos entre sí en dirección mesial que los del primer molar superior (3).

El piso de la cámara pulpar es muy convexo. A veces los conductos se curvan en la cámara de manera horizontal, lo que implica que para acceder de manera más directa haya que eliminar la saliente de dentina (3).

Puede presentar tres o cuatro conductos, o menos frecuentemente uno o dos. La frecuencia de un conducto MB2 es menor que en el primer molar, pero sigue siendo significativa. En el estudio de Kim *et al.* (2012) se determinó que la presencia o ausencia de MB2 es bilateral en el 88% de los casos para primeros molares superiores y en el 82% para segundos molares superiores. También se estableció que la ocurrencia en molares adyacentes fue en el 64% de los casos (18).

Esto indica que, si hay presencia del conducto MB2, debe considerarse que también es probable que exista en el molar adyacente o en los molares contralaterales (Figura 9).



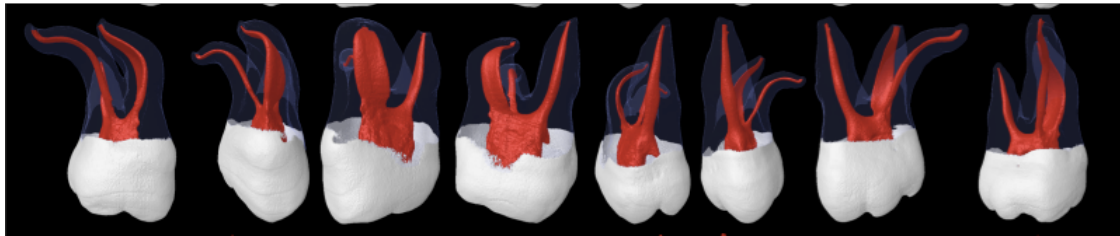


Figura 9. Anatomía interna del segundo molar superior, reconstrucción por medio de microtomografía (3).

Cuando existen raíces fusionadas es posible que haya sólo dos conductos. Se han reportado casos de segundos molares superiores con un conducto único (19).

En el caso de haber dos conductos, generalmente hay uno palatino y otro vestibular con el mismo diámetro y longitud. En la radiografía se van a ver superpuestos, por lo que para observarlos debe utilizarse una angulación horizontal. Puede ser que al haber dos raíces la raíz vestibular tuviera dos conductos (3).

Cuando existen cuatro conductos, la forma de la apertura endodóntica será romboidal. Si sólo existen tres conductos, la cavidad será un triángulo de base vestibular. Si se trata de dos conductos, la forma del acceso será ovalada y más ancha en sentido vestibulopalatino, generalmente situándose entre la fosa mesial y el borde mesial de la cresta oblicua (3).

### c. Preparación de la cavidad de acceso del segundo molar superior

La cavidad de acceso se crea siguiendo el mismo procedimiento y las fases como en el primer molar superior. El piso de la cámara pulpar del segundo molar superior es más plana mesiodistalmente, y el conducto distovestibular se encuentra desplazado bastante hacia palatino. Incluso puede encontrarse a la mitad del camino entre el palatino y los conductos mesiovestibulares. Si unimos mentalmente las aberturas de los conductos con segmentos lineales, se obtiene un triángulo escaleno con un vértice obtuso correspondiente al conducto distovestibular. Este triángulo puede estar tan aplanado como para significar que los tres conductos se encuentran prácticamente en la misma línea, orientada bucopalatinamente (Figura 10).

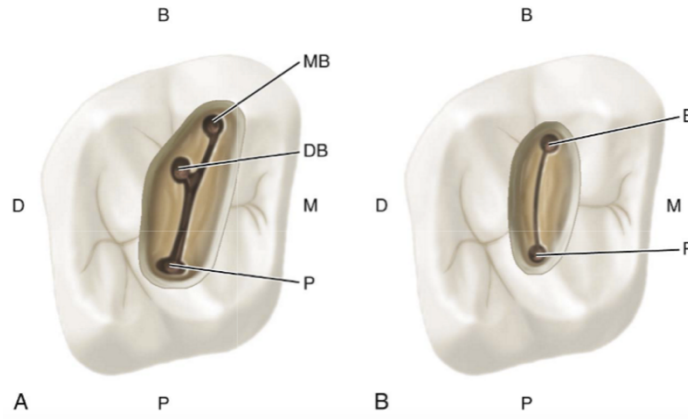


Figura 10. Cavidad de acceso para un segundo molar superior (16).

### 3. PRIMER MOLAR INFERIOR

#### a. Anatomía externa

La longitud promedio del primer molar inferior es de 21 mm. La edad media de erupción es a los 6 años, y la edad media de calcificación es a los 9 a 10 años. La corona tiene cinco cúspides, tres vestibulares y dos linguales. Generalmente presenta dos raíces, una mesial y una distal, amplias en sentido vestibulolingual y aplanadas en sentido mesiodistal. También puede presentar tres raíces (Figura 11).

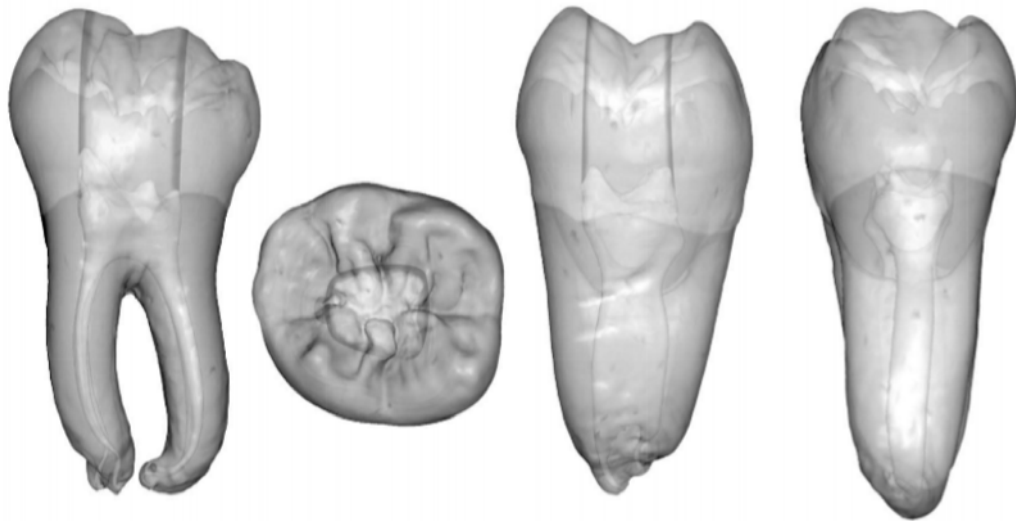


Figura 11. Anatomía externa primer molar inferior (3).

La raíz mesial tiene una curvatura acentuada hacia distal; y la raíz distal puede ser generalmente recta, pero puede también presentar una curvatura hacia distal (3).

La presencia de dos raíces distales separadas es del 5% en la población (20). En estos casos, la raíz distolingual (DL) es más pequeña que la distovestibular (DV) y más curva. También, la raíz distolingual tiene una marcada curvatura apical hacia vestibular. La raíz mesial, más ancha, se curva en sentido mesial desde la zona cervical hasta el tercio medio radicular, y luego se curva hacia distal. Las superficies vestibular y lingual son convexas y las superficies distales de la raíz mesial y medial de la raíz distal, son cóncavas (3).

#### b. Anatomía interna

El piso cameral es romboidal o trapezoidal de base mayor hacia mesial y menor hacia distal. Lo más frecuente es que haya cuatro cuernos pulpares (Figura 12).

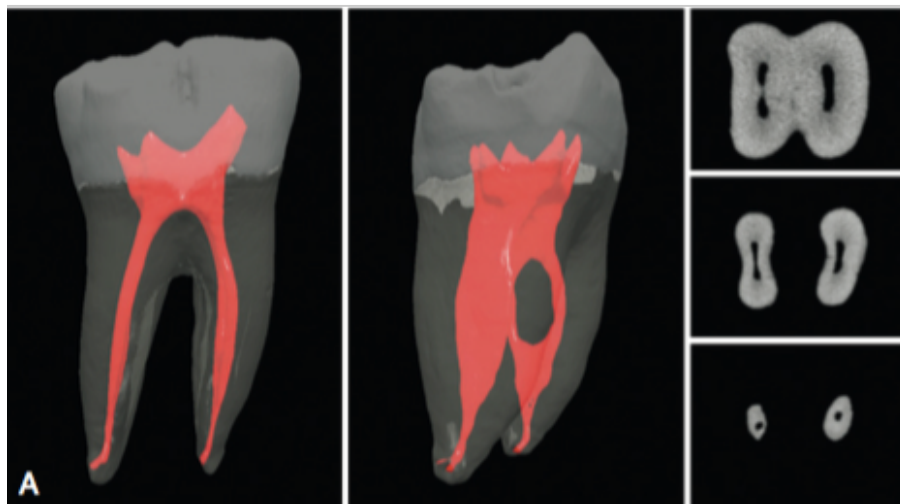


Figura 12. Primer molar inferior, reconstrucción por medio de micro-tomografía (3).

En la raíz mesial hay generalmente dos conductos: mesiobucal (MB) y mesiolingual, aunque se ha descrito la incidencia de un conducto mesiocentral que, según el estudio de Vertucci (1984), es del 1%. La raíz distal presenta un conducto, pero puede presentar dos o tres, denominándose distovestibular, distolingual y distocentral. Cuando son tres conductos, el distal es amplio en sentido vestibulolingual, ovalado, y con una curvatura

suave o es recto. Cuando tiene cuatro conductos, los dos distales son de menor volumen que cuando es único. Cuando existen dos conductos, generalmente son amplios en sentido vestibulolingual y ovalados (3).

Las entradas a los conductos están conectadas por un surco de desarrollo, y están localizadas en los dos tercios mesiales de la corona. Las entradas a los conductos mesiales están bien separadas y conectadas por un surco de desarrollo (3).

El orificio MV está justo bajo la cúspide MV, y el orificio de conducto ML se encuentra hacia lingual del surco central. A veces se encuentra el orificio MC en el surco entre MV y ML, por lo tanto, debe buscarse después de acceder a los conductos principales con el uso de un explorador endodóntico, magnificación y ultrasonido. Estos conductos suelen ser curvos, especialmente el conducto MV, que se curva en el plano vestibulolingual, por lo que no se verá en la radiografía (3).

Cuando existe un solo conducto distal, la entrada es ovalada en sentido vestibulolingual y la apertura se debe realizar distal al surco vestibular. Si existen tres conductos, todos son ovalados en el tercio cervical y medio y redondos en el tercio apical. Si se encuentran dos conductos en la raíz distal, son más redondos en toda su longitud (5).

La forma de la apertura endodóntica es trapezoidal o romboidal. Cuando existen cuatro o más conductos, las esquinas del trapecio deben corresponder a los conductos principales. La pared vestibular forma una conexión entre los orificios MV y DV, y la pared lingual conecta ML y DL (Figura 13).

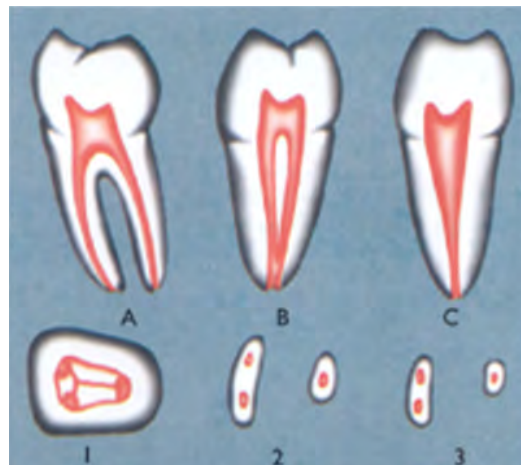


Figura 13. Primer molar inferior (A) vista vestibular, (B) vista mesial, (C) vista distal.

Cortes transversales en (1) tercio coronal, (2) tercio medio, (3) tercio apical (5).

El estudio *in vivo* a través de Cone-Beam en la población china determinó que, de una muestra de 232 primeros molares inferiores, el 70% presentó sólo dos raíces. El 56% presentó tres conductos, el 43% cuatro conductos y sólo 4 presentaron dos conductos. El 95% de las raíces mesiales presentó dos conductos, siendo más prevalente (85%) la configuración tipo IV de Vertucci (21).

c. Preparación de la cavidad de acceso del primer molar inferior.

Hay que tomar en cuenta al crear la cavidad de acceso, que no debe ser triangular, como se ha descrito por algunos autores, sino más bien trapezoidal o cuadrangular con esquinas redondeadas. La forma triangular clásica obstaculizaría la identificación del segundo conducto distal (es decir, el distolingual) y que también dificultaría la limpieza adecuada y la configuración de un solo conducto que pudiera estar presente. Por lo tanto, la regla de que no debe ser el dentista el que decide la forma de la cavidad de acceso, sino más bien la anatomía del suelo de la cámara pulpar, se mantiene. La cavidad de acceso, por tanto, no debe tener una forma predeterminada (16).

La cavidad de acceso se inicia con una fresa redonda de diamante montada en una pieza de mano de alta velocidad. La fresa se aplica a nivel de la fosa central, con un movimiento helicoidal circular, a fin de cavar una cavidad inicial, en forma de embudo como para tratar de penetrar en el techo de la cámara pulpar. Por medio de exámenes radiográficos cuidadosos se orienta la fresa hacia el cuerno pulpar más amplio. Con una fresa redonda de tallo largo utilizando baja velocidad, se quitan las muescas de la dentina y con una fresa de auto-guía de diamante con alta velocidad se preforma y se da un acabado ligero. Sólo cuando hay un solo conducto distal, se debe de dar a la cavidad de acceso una forma triangular redondeada. En todos los demás casos, se debe dar la forma trapezoidal, con menor base correspondiente a la pared distal (16).

Una vez que la cavidad de acceso se ha preparado, el conducto distal es el más fácil de localizar. Por lo tanto, si hay alguna dificultad para encontrar los otros conductos, es

recomendable comenzar el tratamiento del conducto distal. Las soluciones de irrigación ayudarán en la identificación de los otros orificios de los conductos. Dado que el conducto mesiovestibular se encuentra muy por debajo de su respectiva cúspide, será muy necesario quitar la cúspide para encontrar el orificio para completar el tratamiento. Ciertamente es preferible reconstruir protésicamente una cúspide en un diente endodóticamente bien tratado en lugar de tener una cúspide intacta por encima de un fallo de endodoncia. Además, como en todos los dientes posteriores, la protección de las cúspides es siempre muy aconsejable, mas no obligatorio (16).

#### 4. SEGUNDO MOLAR INFERIOR

##### a. Anatomía externa

El segundo molar inferior es más pequeño que el primero. La longitud promedio es de 19.8mm. La edad media de erupción es entre los 11 y 13 años, y su edad media de calcificación es a los 14 a 15 años. La corona del segundo molar inferior es más pequeña que la del primero. Es tetracúspide, presenta dos raíces no tan diferenciadas como el primer molar inferior, y pueden estar fusionadas parcial o totalmente (3).

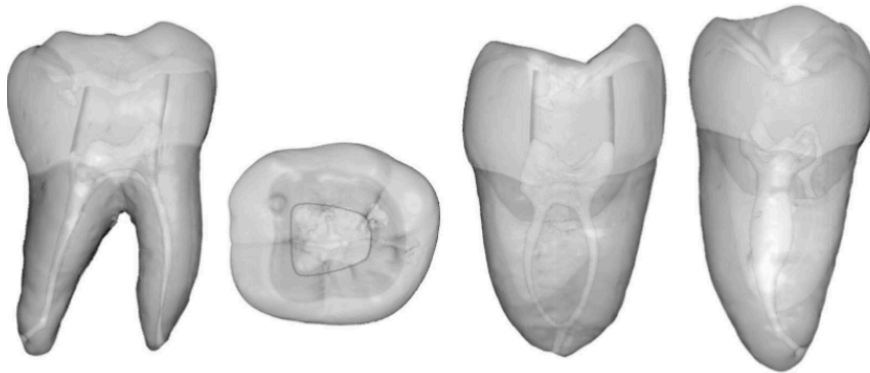


Figura 14. Anatomía externa segundo molar inferior (3). b. Anatomía interna

La cámara pulpar y la entrada a los conductos son de menor tamaño que en el primer molar inferior. Puede tener uno, dos, tres o cuatro conductos (Figura 15).

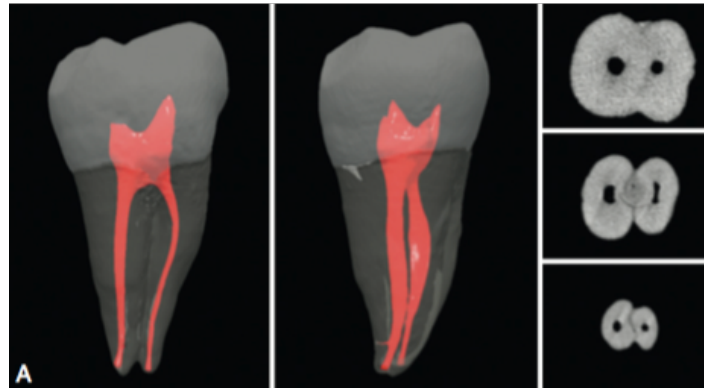


Figura 15. Anatomía interna segundo molar inferior (3).

Relacionado con la anatomía interna de los dientes, la incidencia relativa de diferente morfología de la cámara pulpar en los segundos molares inferiores diferencia poblaciones de determinadas partes del globo. El denominado sistema de conductos en forma de C es una configuración especial de la cámara y de la raíz del conducto pulpar. Se llama en forma de C debido a la morfología de la sección transversal del conducto de la raíz. El conducto de la raíz en forma de C puede tener varios orificios en la cámara pulpar, pero es, de hecho, sólo un conducto en forma de cinta que forma un arco de 180°. En los molares inferiores, la forma de C se inicia en el ángulo mesiolingual y termina en la parte distal de la cámara pulpar. Por debajo del nivel del orificio, la raíz puede mostrar una amplia gama de variaciones anatómicas (3).

La cara distal de la raíz mesial y la cara mesial de la raíz distal tienen concavidades, importantes de considerar durante la conformación de los conductos. Los ápices de estas raíces podrían estar muy cerca del conducto mandibular, por lo que el clínico debe tener cuidado de que los instrumentos o el material de obturación invadan esta zona, ya que se puede producir parestesia (5).

Cuando existen tres conductos, la apertura endodóntica es muy similar a la del primer molar inferior, pero más triangular y menos romboidal, ya que es menos frecuente que el conducto distal sea acintado en sentido vestibulolingual (5).

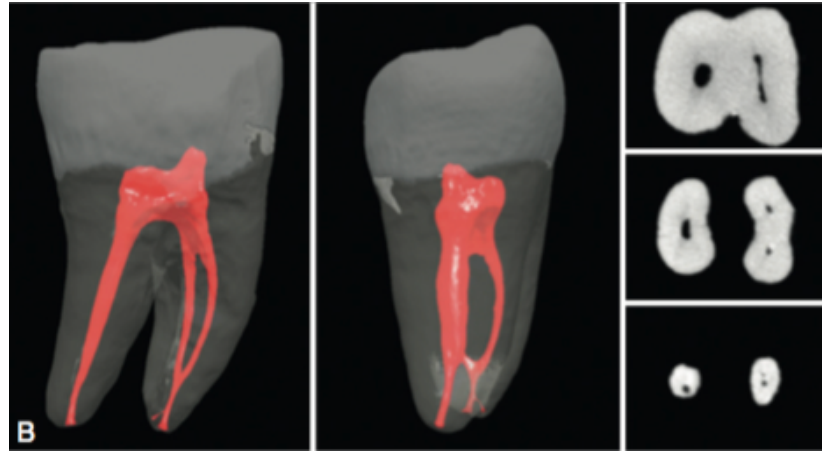


Figura 16. Segundo molar inferior con tres conductos iniciales que terminan en un conducto apical en las dos raíces (5).

Cuando existen dos conductos, ambas entradas son de igual tamaño, y están ubicadas en el centro vestibulolingual del diente. La apertura será rectangular, amplia en sentido mesiodistal y estrecha en sentido vestibulolingual. En el caso de un conducto único, el acceso será oval ubicado al centro de la superficie oclusal (Figura 16).

c. Preparación de la cavidad de acceso del segundo molar inferior

La cavidad de acceso para un segundo molar con dos conductos es rectangular, amplia en sentido MD y estrecha en sentido VL. La cavidad de acceso para un segundo molar inferior con un solo conducto es oval y está alineada con el centro de la superficie oclusal (Figura 17).

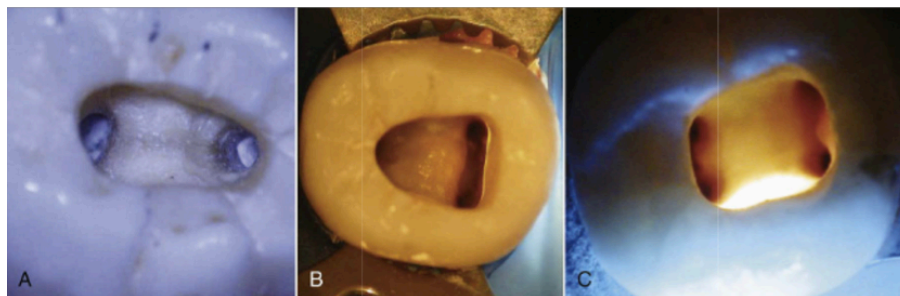


Figura 17. Cavidad de acceso para un segundo molar inferior vista a través del microscopio operatorio dental. A, Dos orificios de conductos radiculares (mesial y distal). B, Tres orificios de conductos radiculares (mesiovestibular, mesiolingual y



distal). C, Se identifican cuatro orificios de conductos radiculares (mesiovestibular, mesiolingual, distovestibular y distolingual) (3).

## FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR EL ACCESO ENDODÓNTICO

### 1. DIENTES CON CORONA CLÍNICA MÍNIMA O NULA

Varios factores pueden causar pérdida de una parte significativa de la corona clínica de un diente. En ausencia del tratamiento, la caries puede causar pérdida de la estructura dental coronal. Los dientes con grandes caries se pueden fracturar bajo la función de oclusión por socavado y falla de soporte de la estructura dental restante. El traumatismo externo puede causar fractura de la corona clínica, a veces con fractura hasta el margen libre de la encía (3).

La creación de una cavidad de acceso en un diente con poca o ninguna corona clínica puede parecer un procedimiento simple. En los dientes jóvenes, las fracturas traumáticas exponen con frecuencia la cámara pulpar, lo que facilita la preparación. Sin embargo, en los dientes más viejos con caries o restauraciones grandes la cámara pulpar está típicamente retraída o calcificada. La pérdida de anatomía coronal significativa para guiar los ángulos de penetración puede convertir el acceso en muy difícil (3).

Antes de comenzar una cavidad de acceso en esos dientes, el clínico debe estudiar la angulación de las raíces en las radiografías preoperatorias y examinar la anatomía cervical de la corona con un explorador (3).

Las cámaras pulpares están localizadas en el centro de la corona al nivel de la unión cemento esmalte (UCE). La profundidad de la penetración necesaria para alcanzar el conducto de la pulpa se mide en las radiografías preoperatorias. Si el clínico alcanza esa profundidad sin localizar el conducto, se deben hacer dos radiografías antes de continuar el procedimiento (3).

### 2. DIENTES CON RESTAURACIONES EXTENSAS

Los materiales de restauración alteran con frecuencia los hitos anatómicos externos de la corona del diente, con la consiguiente dificultad para la preparación del acceso. Los

materiales de restauración y las coronas completas rara vez producen la anatomía original del diente en su misma posición. La angulación corona/raíz se suele alterar cuando las restauraciones grandes o las coronas corrigen las discrepancias oclusales. La mayor parte de los materiales de restauración bloquean el paso de la luz en las caras internas del diente, lo que conduce a visibilidad deficiente durante la preparación de la cavidad de acceso. Todos esos factores aislados o en combinación, complican la preparación de la cavidad de acceso en los dientes con restauraciones extensas (3).

### 3. DIENTES CON CONDUCTOS CALCIFICADOS

Los cálculos de la pulpa son cuerpos calcificados discretos que se encuentran en la pulpa dental. Ellos tienen coeficientes de fósforo de calcio similares a la dentina y se pueden ver en los dientes sanos, enfermos, o incluso que no han erupcionado. Estos cálculos de la pulpa, también conocidos como dentículos, pueden existir libremente en el tejido pulpar o ser unidos o incorporados en la dentina. Se encuentran con más frecuencia en el orificio de la cámara pulpar o dentro del conducto radicular. Un diente puede tener cálculos de la pulpa de distintos tamaños, a partir de partículas diminutas a grandes masas, que pueden ocluir el espacio de la pulpa. Se observan en todos los tipos de dientes, pero se producen más comúnmente en los molares. Radiográficamente, los cálculos de la pulpa aparecen como estructuras radiopacas en el espacio de la pulpa que con frecuencia actúan como un impedimento durante el tratamiento de endodoncia (22,23).

Estructuralmente, los cálculos de la pulpa se pueden clasificar como verdaderos o falsos. Los cálculos verdaderos de la pulpa son raros y contienen dentina con túbulos dentinarios distintos tapizados por odontoblastos. Los cálculos falsos de la pulpa contienen capas concéntricas de tejido mineralizado formado por la acumulación de trombos de sangre, células muertas o fibras de colágeno. Por lo tanto, se presume que los verdaderos cálculos de la pulpa surgen como resultado de las interacciones epitelio-mesenquimal, mientras que los cálculos falsos de la pulpa surgen a partir de células en degeneración que finalmente quedan mineralizados (23).

Otros factores etiológicos que han sido implicados en la formación de cálculos de la pulpa incluyen aumento de la edad, trastornos circulatorios en la pulpa, el movimiento

dental ortodóntico, el trasplante de dientes, y el trauma (22,24).

Estas calcificaciones han sido asociadas con problemas sistémicos como la enfermedad cardiovascular y la esclerosis sistémica (25,26). También se ha observado una predisposición genética y a veces su ocurrencia se considera idiopática. Los trastornos genéticos como la displasia de dentina, dentinogénesis imperfecta, y el síndrome de Van der Woude se asocian con una mayor incidencia de cálculos de la pulpa (22,24,26).

El uso a largo plazo de glucocorticoesteroides también se ha implicado en a obliteración de la pulpa. Y ahora nuevos estudios nos hablan del uso de las estatinas, medicamentos de primera línea utilizados para la prevención y tratamiento de las dislipidemias pueden ocasionar también la calcificación de la cámara pulpar, ya que estas afectan la diferenciación y la función de los osteoblastos y odontoblastos (27,28).

A lo largo de la vida pueden desarrollarse calcificaciones pulpares y diversos estudios han reportado tasas de prevalencia del 8% al 90% (29). La prevalencia de cálculos de la pulpa en los dientes sobre la base de exámenes radiográficos se ha informado de que alrededor de 20-25%, (30-32) mientras que los exámenes histológicos producen mayor prevalencia (22). En un estudio radiográfico de la población iraquí, Baghdady *et al.* (30) informó cálculos de la pulpa en el 19.2% de los dientes examinados. Hamasha y Darwazeh (32) identificaron cálculos de la pulpa en el 22.4% de los 4.573 dientes examinados en adultos jordanos, y Ranjitkar *et al.* (22) observaron cálculos de la pulpa en el 10.1% de los dientes examinados en la población australiana. En los pacientes dentales turcos, Gulsahi *et al.* informó cálculos de la pulpa en el 5% de 13,474 dientes examinados (33).

La radiografía preoperatoria parece revelar con frecuencia la calcificación total o casi total de la cámara pulpar y de los espacios de los conductos radiculares. Por desgracia, estos espacios son suficientemente amplios como para permitir el paso de millones de microorganismos. Los procesos inflamatorios crónicos (p. ej., caries, trauma oclusal y envejecimiento) causan con frecuencia estrechamiento u obliteración del sistema de conductos. Los conductos están menos calcificados cuando se aproximan al ápice de la raíz. A pesar de las calcificaciones coronales intensas, el clínico debe asumir que todos los conductos persisten y deben estar conformados, limpiados y obturados hasta su

terminación (3).

#### 4. DIENTES APIÑADOS

Las preparaciones de acceso convencionales pueden no ser posibles en los pacientes con dientes apiñados. La decisión sobre el método alternativo se debe basar en los principios del acceso en línea recta y conservación de la estructura dental. En ciertos casos una preparación de acceso vestibular puede ser el tratamiento de elección. Los materiales modernos han convertido en estéticamente aceptable la reparación de este acceso (3).

#### 5. DIENTES ROTADOS

Los dientes rotados pueden plantear problemas al clínico durante la preparación de la cavidad de acceso debido a la alteración de las relaciones corona-raíz. De acuerdo con un investigador las radiografías periapicales diagnósticas, aunque sólo sean bidimensionales, son indispensables para determinar la relación anatómica de la corona con la raíz y el ángulo de la raíz dentro de la arcada (3). Cuando se identifican esos factores, el clínico debe visualizar las variables probables del acceso antes de entrar en el diente. Las perforaciones en los dientes rotados durante la preparación del acceso suelen ocurrir a causa de una angulación defectuosa de la fresa con respecto al eje longitudinal de la raíz (3).

También pueden ocurrir otros problemas si no se tienen en cuenta las angulaciones dentales durante la preparación de la cavidad de acceso. Tales problemas incluyen los siguientes: a) identificación errónea de un conducto ya localizado, que conduce a una búsqueda en dirección equivocada de los conductos adicionales. b) no localizar uno o varios conductos accesorios. c) desgaste excesivo de la estructura dental coronal o radicular. d) Separación del instrumento durante los intentos de localizar un orificio. e) No eliminar todo el tejido pulpar de la cámara. El mejor método para resolver estos problemas es prevenir que ocurran, el examen radiográfico cuidadoso es de crucial importancia (3).

#### 6. ANOMALÍAS DENTARIAS

El análisis de la anatomía interna de los dientes es de importancia primordial en la endodoncia (34). Las características anatómicas especiales de la cámara de la pulpa han de tenerse en cuenta debido a que sus variaciones y ramificaciones pueden obstaculizar el procedimiento de endodoncia, y así podrían afectar al resultado final. Para llevar a cabo la instrumentación adecuada y el llenado del sistema de conductos radiculares, el clínico debe tener en cuenta las variaciones anatómicas existentes y modificar las técnicas en consecuencia (35).

Existen varias diferencias entre las poblaciones dentales de todo el mundo que se manifiestan tanto en el interior y la morfología externa de dientes temporales y permanentes. La prevalencia relativa de algunos rasgos podría caracterizar y diferenciar los grupos étnicos humanos (35).

#### a. Dens invaginatus

Dens invaginatus (DI) es una malformación del desarrollo de los dientes que resultan en una invaginación de la papila dental durante la fase de tejido blando de desarrollo de los dientes. Esta condición se informó por primera vez en 1855 por Salter y radiográficamente parece ser “un diente en diente” (36). Aunque DI puede afectar a cualquiera de los dientes en el arco superior e inferior, los incisivos laterales superiores son los dientes más afectados. La etiología de la DI se ha relacionado con las fuerzas externas en el germen del diente durante el desarrollo, tales como brotes cercanos de dientes, infección, trauma, la aceleración del crecimiento de coordinación y retraso del germen del diente. El DI también se asocia con trastornos genéticos tales como Nance-Horan, Ekman-Westborg-Julin y el síndrome de Williams (37).

Las diferentes clasificaciones que se han sugerido para DI, y las 3 clasificaciones utilizadas comúnmente son de tipo I, tipo II y tipo III. En el tipo I, la invaginación se limita a la corona del diente. En el tipo II, se extiende más allá de la unión cemento del ápice, pero se mantiene confinado dentro de la raíz como un saco ciego, que puede comunicarse con la pulpa. En el tipo III, la invaginación se extiende más allá de la unión cemento, pero la comunicación con la pulpa suele estar ausente. Además, un foramen periapical o periodontal está presente (36).

Los DI pueden ser fácilmente pasados por alto en los exámenes clínicos. Por lo general, se detectan mediante radiografías de rutina debido a la ausencia de signos clínicos significativos de la anomalía. Se cree que el DI aumenta el riesgo de caries, la patología pulpar, inflamación periodontal, reabsorción interna del diente afectado, y la retención de los dientes. Así, la detección de un diente afectado por DI es importante en una etapa temprana. Las opciones de tratamiento para DI incluyen la restauración del defecto, el tratamiento quirúrgico del conducto o no y la extracción (37).

Un número de factores, incluyendo la calidad radiografía, la experiencia del médico, y la conciencia de 3 dimensiones (3D) de la manifestación de DI, influyen en el diagnóstico de DI con el uso de las radiografías. Además, las radiografías sólo pueden evaluar en el plano coronal para los dientes anteriores y en el plano sagital para los dientes posteriores. Por lo tanto, las radiografías pueden no detectar la información relevante en planos ortogonales (38).

Recientemente, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha utilizado para evaluar la morfología de los dientes. CBCT proporciona una herramienta práctica para la exploración no invasiva y la reconstrucción 3D de los clínicos en aplicaciones de endodoncia y los análisis morfológicos. Las limitaciones relacionadas con el uso de la radiografía convencional en la clasificación y la gestión de los DI pueden superarse con la formación de imágenes proporcionadas por CBCT (38).

#### b. Taurodontismo

El término “taurodontismo” fue descrito por primera vez en 1908 por Gorjanovic-Kramberger. Sin embargo, el término fue introducido por Sir Arthur Keith en 1913. Utilizó el "latín tauro" y el griego "odonto" para referirse a la condición (es decir, diente toro). Su etiología es aún desconocida, pero se ha sugerido que puede ser causada por un fallo en el diafragma de la vaina radicular epitelial de Hertwig, al no invaginarse en el momento adecuado o por un retraso en el crecimiento de las apófisis transversas (39).

Taurodontismo es un cambio morfológico que ocurre generalmente en los dientes multirradiculares caracterizados por cámaras pulpares amplias y alargadas y con un

desplazamiento del piso apical. Por otra parte, carece de la constricción cervical característica de esta zona, y las raíces son extremadamente cortas. Se puede producir de manera unilateral o bilateral y afecta a los dientes permanentes con más frecuencia que los dientes primarios. Se observa con frecuencia en ciertos grupos étnicos, como los nativos de Alaska, Australia y América Central. La prevalencia de taurodontismo encontrado por el examen radiográfico se han reportado que van desde 5.69% a 8% (población jordana) hasta 48% (población de Senegal) (18.8% de los dientes afectados), o incluso 60% (población australiana). En los sujetos de Europa Occidental, la prevalencia se estima en alrededor del 10%. Aunque el taurodontismo no implica que se encuentre exclusivamente en molares, es significativamente más frecuente en los segundos molares superiores que en otros dientes (40). El taurodontismo puede ser clasificado como leve, moderado o grave (hipo, meso e hipotiroidismo respectivamente) basado en el grado de desplazamiento apical del suelo de la cámara pulpar (41).

Un diente con taurodontismo no presenta características clínicas morfológicas únicas, por lo tanto, la identificación sólo se puede realizar mediante el examen radiológico porque la morfología externa de estos dientes está dentro de las configuraciones normales. El diagnóstico para un diente con taurodontismo utilizando radiografías periapicales o panorámicas es difícil; en la ortopantografía las regiones de ambas mandíbulas pueden distorsionarse y esto puede dar lugar a un diagnóstico incorrecto de molares con taurodontismo. Además, el diagnóstico diferencial entre los dientes con taurodontismo y otros dientes que exhiben grandes cámaras pulpares (por ejemplo, los pacientes con amelogénesis imperfecta que tienen grandes cámaras pulpares debido a la falta de esmalte) es de importancia clínica (40).

Se recomienda el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) para ayudar en el diagnóstico de taurodontismo, ya que puede permitir a los médicos evaluar plenamente la anatomía y el tamaño de esta anomalía dental. Sin embargo, hay sólo pocos estudios utilizando imágenes CBCT para el diagnóstico y tratamiento del taurodontismo (42).

c. Molar en C

La principal causa de raíces y conductos en forma de C es el fallo de la vaina epitelial de Hertwig de fusionarse con la superficie radicular vestibular o lingual. El sistema de conductos en forma de C puede adoptar varias morfologías (43). La clasificación original se ha modificado, con una descripción más detallada de la morfología de los conductos y raíces en forma de C. La configuración de los conductos en forma de C puede variar a lo largo de la profundidad de la raíz de forma que el aspecto de los orificios no es un buen predictor de la anatomía real de los conductos (3).

Los primeros autores en describir un molar maxilar en forma de C fueron Newton y McDonald que, en el año de 1984, describieron un aspecto del conducto en forma de C que conecta ambos conductos de las raíces distobucal y palatina vinculados en el suelo de la cámara pulpar al conducto de la raíz mesiovestibular. La mayoría de los conductos en forma de C ocurren en el segundo molar inferior, pero también se han descrito en el primer molar inferior, el primero y segundo molares superiores y el primer premolar inferior (44).

Los molares inferiores en forma de C reciben ese nombre debido a la morfología transversal de sus raíces y conductos radiculares. En lugar de tener varios orificios discretos, la cámara pulpar de un molar con sistema de conductos en forma de C tiene un solo orificio con forma acintada, que describe un arco de 180° o más. Comienza en el ángulo de la línea ML y se extiende alrededor de la cara vestibular o lingual para terminar en la porción distal de la cámara pulpar (3).

No todos los segundos molares inferiores en forma de C con sistemas de conductos en forma de C tienen un suelo pulpar en forma de C. Esto dificulta el diagnóstico. Sin embargo, se determinó radiológicamente que un sistema de conductos en forma de C siempre tiene una raíz fusionada con un surco longitudinal en medio de la raíz. También se vio que había tres tipos de sistemas de conductos en forma de C en segundos molares inferiores (45).

La cavidad de acceso para los dientes con un sistema de conductos radiculares en forma de C varía de modo considerable y depende de la morfología de la pulpa del diente específico. Los dientes con anatomía en forma de C plantean un reto técnico considerable; sin embargo, el uso del microscopio (MOD), el instrumental sónico y ultrasónico y las



técnicas de obturación plastificada han permitido el tratamiento con éxito (8).

## DIAGNÓSTICO PREOPERATORIO PARA LA PREPARACIÓN DEL ACCESO ENDODÓNTICO

En endodoncia, una historia clínica detallada, el examen clínico y las radiografías periapicales de buena calidad (RP) son esenciales para dientes programados para endodoncia. El examen clínico y de diagnóstico por imagen son los componentes fundamentales del diagnóstico preoperatorio (46).

Las radiografías son esenciales en todas las fases del tratamiento endodóntico. Aportan información importante para el diagnóstico y contribuyen a evaluar el éxito o el fracaso del tratamiento. Puesto que el tratamiento del conducto radicular se basa en radiografías precisas, es necesario dominar las técnicas radiográficas para conseguir placas con la máxima calidad diagnóstica. Tal dominio disminuye la necesidad de placas repetidas y evita la exposición innecesaria del paciente a la radiación. La pericia en la interpretación radiográfica es esencial para reconocer las desviaciones respecto a la anomalía, y para comprender las limitaciones de la radiografía endodóntica (47).

## LA RADIOGRAFÍA PERIAPICAL

La radiografía principal en endodoncia es la periapical. En lo que respecta al diagnóstico, estas placas se usan para identificar las condiciones anormales de la pulpa y los tejidos perirradiculares. También se emplean para determinar el número de raíces y conductos, y para localizar los conductos y las curvaturas radiculares. Puesto que la radiografía proporciona una imagen bidimensional (lo que supone una limitación fundamental), muchas veces es útil tomar radiografías adicionales con diferentes ángulos horizontales o verticales cuando se están tratando dientes con múltiples conductos o raíces. Las radiografías adicionales también son útiles en los dientes con raíces fuertemente curvadas. Estas radiografías suplementarias facilitan la visualización y evaluación de la estructura tridimensional del diente (3).

Desde el punto de vista técnico, para fines endodónticos, una radiografía debe mostrar el diente en el centro de la placa. El posicionar regularmente las placas en esta

posición minimizará los errores de interpretación, puesto que el centro de las placas es la zona con menor distorsión de la imagen radiográfica. Además, se deben ver al menos 3 mm de hueso más allá del ápice del diente. El hecho de no incluir esa zona ósea puede conducir a error diagnóstico, interpretación incorrecta de la extensión apical de una raíz, o la elección equivocada de la longitud de las limas para la limpieza y conformación del conducto. Por último, la imagen de la placa debe ser lo más anatómicamente correcta posible. La distorsión de la forma de la imagen por elongación o acortamiento puede conducir a errores de interpretación durante el diagnóstico y el tratamiento (3).

La radiografía de aleta de mordida puede ser útil como una placa complementaria. Normalmente, la distorsión de la imagen es menor en esta placa, debido a su colocación paralela y este tipo de radiografía proporciona información crítica sobre la anatomía del diente (48).

Tal información comprende la extensión anatómica de la cámara pulpar, la existencia de cálculos o calcificaciones pulpares, caries recurrente, la profundidad de las restauraciones existentes y cualquier indicio de tratamiento previo de la pulpa. La radiografía de aleta de mordida también indica la relación de la estructura dental restante con la altura de la cresta ósea. Esto puede contribuir a determinar las posibilidades de restauración (48).

Además de su valor diagnóstico las radiografías de alta calidad son imprescindibles durante las fases de tratamiento. Deben ofrecer el máximo de detalles con densidades y contrastes medios. De acuerdo con Pontual y Silveira, la calidad de la imagen radiográfica es considerada por los clínicos como el juicio subjetivo de una radiografía; y este es el resultado de la combinación de características de densidad, contraste, latitud, nitidez, poder de resolución y además, el encuadramiento de la región de interés (49).

Las radiografías periapicales se usan para determinar la longitud de trabajo del conducto; la localización de objetos superpuestos, los conductos y los detalles anatómicos (cambiando la angulación del cono); la instrumentación biomecánica, y la adaptación del cono maestro. Una vez completado el tratamiento del conducto radicular, se debe hacer una radiografía para determinar la calidad del relleno y la obturación del conducto

radicular. Las radiografías de seguimiento tomadas con ángulos similares facilitan la evaluación del éxito o el fracaso del tratamiento (3).

El clínico sagaz sabe que la interpretación radiográfica precisa es, indudablemente, una de las fuentes de información más valiosas para el diagnóstico y el tratamiento endodóntico, pero que la radiografía sólo constituye un instrumento complementario y puede conducir a error. La información recogida mediante la inspección correcta de la radiografía puede no tener valor absoluto, y siempre se debe integrar con la información proporcionada por la historia médica y dental, la exploración clínica y pruebas de vitalidad pulpar (3).

El uso de la radiografía requiere el conocimiento profundo de sus limitaciones y ventajas. Las ventajas son obvias: el costo es bajo, es la herramienta diagnóstica más usada en la actualidad, el tiempo de exposición de la película es mínimo en comparación con una radiografía panorámica o una tomografía. Dentro de sus limitaciones podemos mencionar: proporciona una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, pueden superponerse las estructuras anatómicas, la imagen puede acortarse o elongarse de acuerdo a la angulación del cono (3).

Una de las principales limitaciones de la radiografía es la incapacidad para detectar la destrucción o la enfermedad del hueso, cuando las anomalías se limitan al hueso trabecular. Diversos estudios han demostrado que las radiotransparencias no suelen aparecer hasta que existe erosión interna o externa de la lámina cortical. Este hecho se debe tener en cuenta para la evaluación de dientes que producen síntomas, pero sin cambios radiográficos (46).

La interpretación radiográfica no consiste estrictamente en la identificación de un problema y el establecimiento de un diagnóstico. El odontólogo debe leer las radiografías cuidadosamente. Es frecuente pasar por alto áreas pequeñas de reabsorción, esmalte invaginado, líneas de fractura diminutas, conductos o raíces extra, conductos curvos o calcificados, por consiguiente, se pueden convertir en problemas potenciales que pueden crear dificultades al realizar el tratamiento. Un examen radiográfico concienzudo puede evitar, o al menos anticipar, problemas durante el tratamiento pérdidas de tiempo y gastos

extra (47).

En un estudio las imágenes a través de CBVT eran una modalidad de imagen más precisa para el diagnóstico de la patología endodóntica cuando se comparó con el diagnóstico usando solamente las radiografías periapicales. Se alcanzó un diagnóstico preciso del 36.6 al 40% de los casos, cuando se utilizaron las radiografías periapicales en comparación con el 76,6-83,3% de los casos cuando se utilizó la formación de imágenes CBVT (50).

Los datos precisos conducen a mejores decisiones de planificación del tratamiento y resultados potencialmente más predecibles. CBCT es una tecnología emergente que puede ofrecer al clínico información clínicamente relevante que no se desprende de la radiografía convencional. La tecnología de haz cónico ha existido desde la década de 1980 (51). Sin embargo, la convergencia de la tecnología y sus aplicaciones sólo ha hecho recientemente que la tomografía volumétrica de haz cónico (CBVT) o tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) sea una opción viable para el consultorio dental (50).

Dos innovaciones principales han impulsado el desarrollo de estos sistemas de imagen, el primero es el cambio de analógico a imágenes digitales y en segundo lugar, los avances en la teoría de la imagen y la adquisición de volumen han permitido cada vez más detalle en las imágenes 3-D (50).

Computadoras potentes de bajo costo, tubos de rayos X de haz cónico menos costosos, y el desarrollo de detectores de pantalla plana de alta calidad han aumentado la accesibilidad y la calidad de estos sistemas de imagen e hizo que la CBVT en el consultorio dental una realidad (51).

## LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO (CBCT)

La tomografía de haz cónico, por sus siglas en inglés (CBCT), o tomografía digital volumétrica fue desarrollada a finales de los años noventa con el fin de obtener escáneres tridimensionales del esqueleto maxilofacial con una dosis de radiación menor que la TC revolucionando la imagen del complejo craneofacial y ofreciendo una alternativa a la

imagen convencional intraoral y panorámica, que elude la superposición y los problemas de distorsión de imágenes (51).

Con la CBCT, se adquiere un volumen tridimensional de los datos en el curso de un solo barrido del escáner, utilizando una relación simple y directa entre el sensor y la fuente, que giran de forma sincronizada a través de 180<sup>a</sup> -360<sup>a</sup> alrededor de la cabeza del paciente. El haz de rayos X es en forma de cono (de ahí el nombre de la técnica) y captura una forma cilíndrica o esférica el volumen de los datos, que se describe como el campo de visión. El tamaño del campo de visión (FOV) es variable, los escáneres CBCT de gran volumen (por ejemplo, i-CAT; Imaging Sciences Internacional, Hatfield, PA, USA. y NewTom 3G, QR, Verona, Italia) son capaces de capturar la totalidad del esqueleto maxilofacial. Algunos escáneres CBCT también permiten que se ajuste la altura del campo de visión cilíndrica para que pueda capturar sólo el maxilar o la mandíbula (por ejemplo, el I-CAT). Esto tiene la ventaja de reducir la dosis de radiación al paciente. Los escáneres CBCT de volumen limitado (por ejemplo, el Accuitomo 3D, J Morita Corporation, Osaka, Japón) pueden capturar un 40 mm de alto por un volumen de diámetro de 40 mm de los datos, que es similar en altura y ancho total a una radiografía periapical (52).

Los tiempos de exploración del CBCT son típicamente de 10 a 40 segundos, dependiendo del escáner utilizado y los parámetros de exposición seleccionados. El haz de rayos X se pulsa, por lo tanto, el tiempo de exposición real es una fracción de este (2-5 segundos), lo que resulta en un máximo de 580 mini-exposiciones individuales "o" imágenes de proyección durante el curso de la exploración. Esto contrasta con la exposición continua de la tomografía convencional (TC) y ofrece la gran ventaja sobre los equipos de TC de reducir el tiempo de exposición a la radiación sustancialmente. La reducción adicional proviene de tiempos de escaneo rápido y el uso de sensores receptores de imagen avanzada (52).

## JUSTIFICACIÓN

El acceso o apertura de la cámara pulpar es la primera maniobra quirúrgica al momento de la realización de un tratamiento endodóntico, ésta debe ser realizada de manera correcta, puesto que de esta dependerá en gran medida el resultado final de nuestro tratamiento. Cuando ésta no se realiza correctamente pueden ocurrir iatrogenias y dificultades que entorpecerán los pasos subsecuentes del tratamiento como son el trabajo biomecánico, la correcta irrigación y una obturación tridimensional del sistema de conductos.

Entre las complicaciones que pueden suceder en caso de no realizar adecuadamente la cavidad de acceso es la posible fractura de los instrumentos, insuficiente remoción del contenido, así como la incorrecta conformación y obturación del conducto. Finalmente, lo anterior puede conducir a disminuir el porcentaje de éxito del tratamiento.

Los métodos tradicionales radiográficos, reproducen la anatomía tridimensional de la cavidad pulpar en una imagen bidimensional, esto dificulta tener una perspectiva real del tamaño y ubicación exacta de la cámara pulpar dentro del diente. De tal suerte que es importante que el operador conozca la morfología externa y cameral de los molares y su relación con la penetración durante el acceso endodóntico.

El conocimiento de la ubicación general y dimensiones de la cámara pulpar puede reducir percances iatrogénicos como la perforación. Sin embargo, pocos estudios han evaluado los puntos anatómicos externos como predictores de la ubicación del techo y el piso de la cámara pulpar. En este sentido el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) supera muchas de las limitaciones de la radiografía periapical por lo que su uso en endodoncia se recomienda.

Los órganos dentales que representan la mayor dificultad a la hora de practicar un acceso endodóntico son los molares, esto es por su mayor complejidad anatómica. Además, los molares son también los órganos dentarios que más tratamiento de conductos requieren.

Debido a que existen pocos estudios relacionados con la morfología dentaria y su relación con el diseño de la cavidad de acceso, es de importancia conocer las medidas entre el punto más cercano del tejido pulpar a las cúspides y surcos dentales; proporcionando un nuevo protocolo de acceso con base en estos puntos.

Por lo tanto, sería pertinente una investigación tomográfica que permita describir con precisión, en tercera dimensión, las relaciones anatómicas entre las estructuras externas de la corona y la cavidad pulpar de los molares.

## OBJETIVOS

### 1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las medidas promedio entre las cúspides de los primeros molares en relación con el surco fundamental y los cuernos pulpares mediante el uso de tomografía computarizada de haz cónico.

### 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la medida promedio vertical que existe entre las cúspides y los cuernos pulpares
2. Determinar la medida promedio horizontal de las cúspides a los cuernos pulpares.
3. Determinar la medida promedio horizontal que existe entre los cuernos pulpares y el surco fundamental.
4. Determinar la medida vertical que existe entre el surco fundamental y el piso de la cámara pulpar.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Transversal, descriptivo, prospectivo y observacional.

### VARIABLES

D1: Distancia vertical de la cúspide al cuerno pulpar.

D2: Distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar.

D3: Distancia horizontal del cuerno al surco fundamental.

D4: Distancia horizontal de la cúspide al surco fundamental.

D5: Distancia vertical del surco fundamental al piso de la cámara pulpar.

CUADRO DE VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES.

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	Objetivo a cumplir	Análisis estadístico
D1	Dependiente	Distancia vertical de las cúspides al cuerno pulpar	Cuantitativa discreta	#1	Descriptivo
D2	Dependiente	Distancia horizontal de las cúspides a los cuernos pulpares	Cuantitativa	#2	Descriptivo
D3	Dependiente	Distancia horizontal de los cuernos pulpares al surco fundamental	Cuantitativa	#3	Descriptivo
D4	Dependiente	Distancia horizontal de las cúspides al surco fundamental	Cuantitativa	#3	Descriptivo
D5	Dependiente	Distancia vertical del surco fundamental al piso de la cámara pulpar	Cuantitativa	#4	Descriptivo

POBLACIÓN DE ESTUDIO

1. UNIVERSO

Primeros molares maxilares y mandibulares presentes en tomografías computarizadas resguardadas en la Facultad de Odontología de la UADY.

## 2. MUESTRA

Primeros molares maxilares y mandibulares presentes en tomografías computarizadas resguardadas en la Clínica de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la UADY.

## 3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Todos los primeros molares maxilares y mandibulares presentes en tomografías computarizadas que tengan coronas completas.

## 4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Primeros molares maxilares y mandibulares con restauraciones extensas, caries severas, fracturas de corona, tratamiento de conductos y calcificaciones presentes.

## METODOLOGÍA

Se utilizó una base de datos de tomografías computarizadas resguardadas en la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán. Las tomografías fueron tomadas con el tomógrafo dental (Kodak Carestream 9000 3D). Para hacer la reconstrucción en tres dimensiones de la cavidad pulpar. Los archivos digitales se guardaron en forma DICOM para su análisis posterior.

Los archivos DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) en los que son guardadas las tomografías se abrieron con el visor Ondemand 3D®.

El visor Ondemand 3D® se abrió haciendo doble clic en el icono CD Viewer, en éste se presenta la base de datos CD DICOM donde se encuentran guardados los proyectos tomografiados. Una vez abierto el software se eligió el proyecto de la tomografía a estudiar en la opción 3D y se dio doble clic en el icono abrir la reconstrucción 3D. Se ubicó el O.D. a estudiar y se delimitó el área en el que se encuentra éste con la herramienta de superposición del VOI que se encuentra en la barra ubicada de lado izquierdo de la pantalla. Seguido de esto se abrió el cuadro de la pantalla inferior izquierda donde se hace

la reconstrucción en tercera dimensión del O. D. y se visualizó éste con la herramienta ZOOM.

Posteriormente, se ubicó el O.D. por su cara mesial y se realizó un corte frontal (coronal) para eliminar las cúspides palatinas en los molares superiores y las cúspides linguales en los molares inferiores para evitar que se traslapen los cuernos palatinos con los bucales.

Se procedió a hacer la transparentación del O.D. seleccionando el modo tejidos blandos 1 en preajuste y se utilizó la herramienta de ajuste preciso ubicada en la parte inferior de la pantalla, donde se modificaron las unidades Housfield en un rango entre 750 a 1150 HU, hasta que se logró la transparentación de los tejidos duros del diente y se pudo apreciar el tejido pulpar y observar los cuernos pulpares claramente para posteriormente realizar las mediciones.

Seguidamente, se utilizó la herramienta ROI para crear un rectángulo perfecto, éste se creó colocando el puntero del mouse en el vértice de la cúspide MB y se extendió en sentido horizontal hacia el surco fundamental y una vez ahí se extendió en sentido vertical hasta llegar al cuerno pulpar MB (Figura 18).

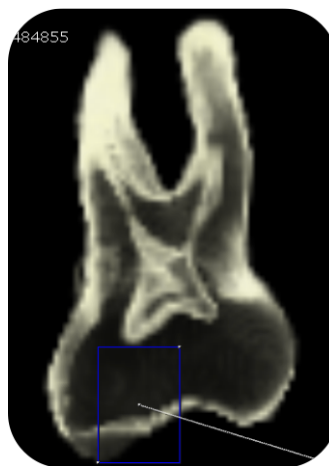


Figura18. Rectángulo perfecto creado con herramienta ROI.

Para realizar la medida D1 se seleccionó la herramienta regla y se colocó el puntero del mouse en la cúspide y se midió en sentido vertical hasta llegar al cuerno pulpar, está

medida se registró en mm y se diferenció utilizando el color amarillo (Figura 19).

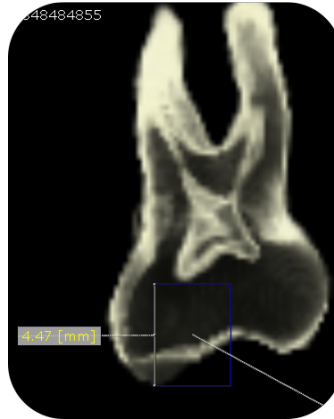


Figura 19. Medida D1 ejemplificada con color amarillo para molares maxilares.

Para realizar la medida D2 en los molares superiores se seleccionó la herramienta regla y se colocó el puntero del mouse en el vértice superior izquierdo del rectángulo que correspondería a la línea donde se encuentra la punta de la cúspide y se trazó horizontalmente la línea de medición hasta el cuerno pulpar, la medida se registró en milímetros y se utilizó el color azul para diferenciarla (Figura 20).



Figura 20. Medida D2 ejemplificada con color azul para molares maxilares.

Para la obtención de D3, de este punto que corresponde al cuerno pulpar se trazó una segunda línea de medición en sentido horizontal desde el cuerno pulpar hasta el vértice superior derecho del rectángulo que correspondió a la línea donde se encuentra el surco

fundamental, la medida se registró en milímetros y se utilizó el color rosa para diferenciarla (Figura 21).



Figura 21. Distancia D3 ejemplificada con color rosa para molares maxilares.

Para realizar la medida D2 en los molares inferiores se seleccionó la herramienta regla y se colocó el puntero del mouse en el vértice inferior derecho del rectángulo que correspondió a la línea donde se encuentra la punta de la cúspide y se trazó horizontalmente la línea de medición hasta el cuerno pulpar, la medida se registró en milímetros y se utilizó el color azul para diferenciarla. (Figura 22).



Figura 22. Medida D2 ejemplificada con color azul para molares mandibulares.

Para la obtención de D3, de este punto que corresponde al cuerno pulpar se trazó una segunda línea de medición en sentido horizontal hasta el vértice inferior izquierdo del rectángulo que correspondió a la línea donde se encuentra el surco fundamental, la medida

se registró en milímetros y se utilizó el color rosa para diferenciarla (Figura 23).

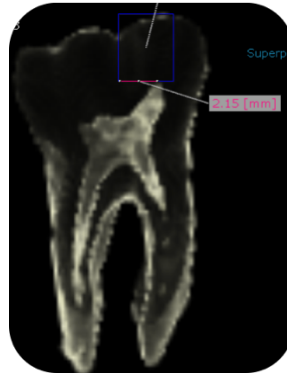


Figura 23. Medida D3 ejemplificada con color rosa para molares mandibulares.

D4 se obtuvo únicamente sumando las medidas obtenidas de D2 y D3 que define la distancia que existe entre la cúspide y el surco central. Una vez hecho esto para la obtención de la medida D5, se colocó el puntero en el vértice superior izquierdo del rectángulo y se trazó una línea de medida hasta el piso de la cámara pulpar para determinar el área de seguridad a la cual se podría profundizar con la fresa sin miedo a la perforación (Figura 24).



Figura 24. Medida D5 ejemplificada con color verde para molares mandibulares

Una vez realizadas las medidas se registraron en una base de datos para su análisis posterior.

## RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Una vez obtenidos los datos se registraron en una tabla de Excel® en la que se promediaron las medidas realizadas por cada grupo de dientes. Posteriormente se realizaron gráficos y tablas representativas para cada objetivo.



## RESULTADOS

Se revisaron 242 tomografías de 920 dientes, 67 correspondieron a primeros molares superiores y 43 a primeros molares inferiores, de los cuales 50 molares superiores y 32 molares inferiores cumplieron criterios de inclusión.

En cuanto al objetivo 1 se obtuvieron los siguientes resultados:

Se determinó la distancia vertical entre la cúspide y el cuerno pulpar (D1) de los primeros molares superiores, obteniendo los siguientes valores para la cúspide mesiobucal (figura 25), distobucal (figura 26) y palatina (figura 27).

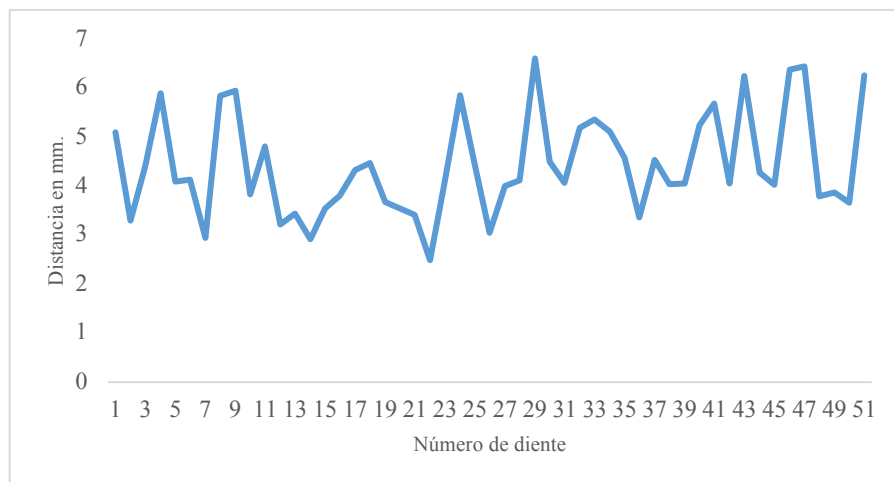


Figura 25: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares superiores.

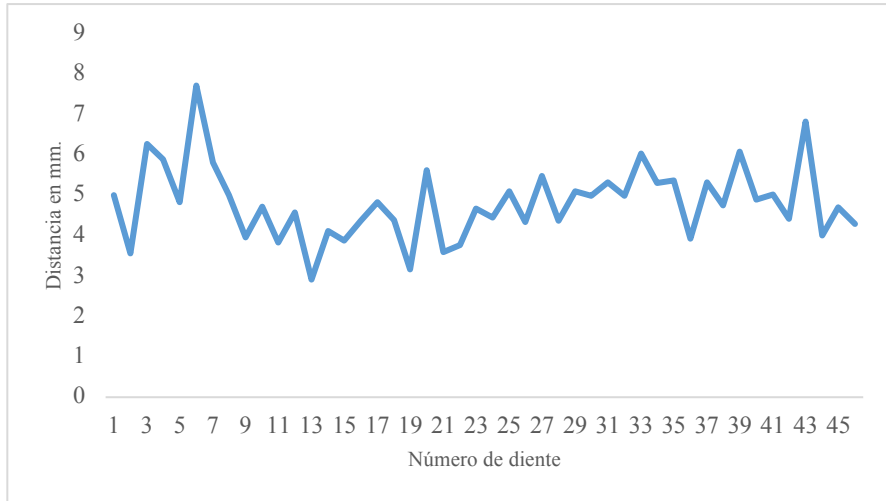


Figura 26: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares superiores.

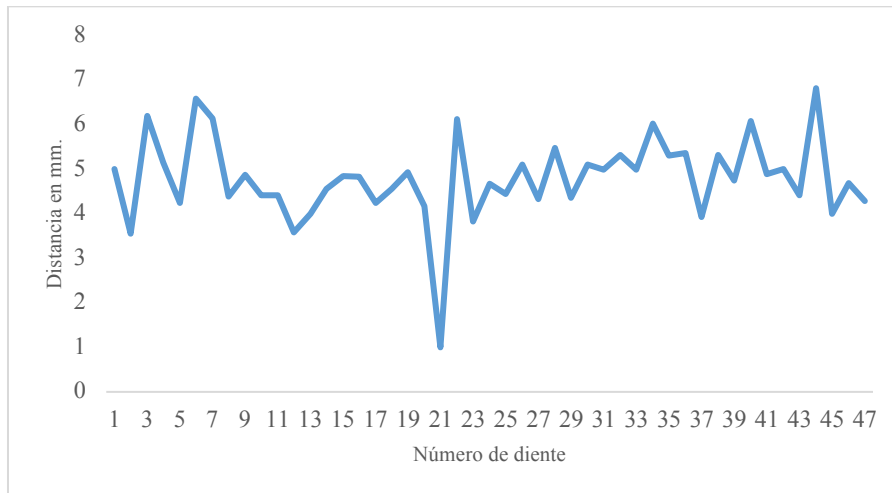


Figura 27: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno palatino de los primeros molares superiores.

Al calcular el promedio de las distancias de la cúspide al cuerno, para los primeros molares superiores (figura 28) se obtuvieron los siguientes datos.

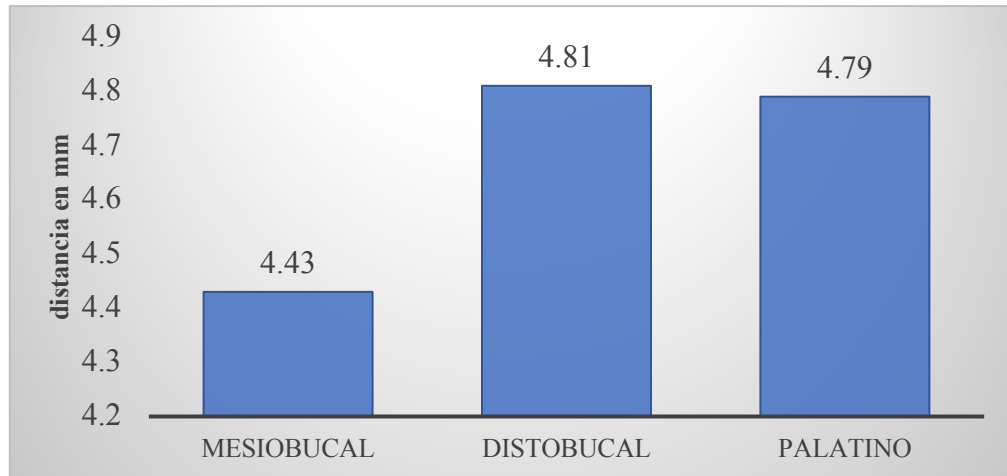


Figura 28: Distancia vertical de la cúspide al cuerno (D1) de los primeros molares superiores.

En los primeros molares superiores la distancia promedio fue de 4.43 mm para la cúspide mesiobucal, 4.81 mm para la cúspide distobucal y 4.79 mm para la cúspide palatina.

Al realizar las mediciones en los primeros molares inferiores de la distancia vertical de la cúspide al cuerno mesiobucal (figura 29), distobucal (figura 30), mesiolingual (figura 31), y distolingual (figura 32), se obtuvieron los siguientes valores.

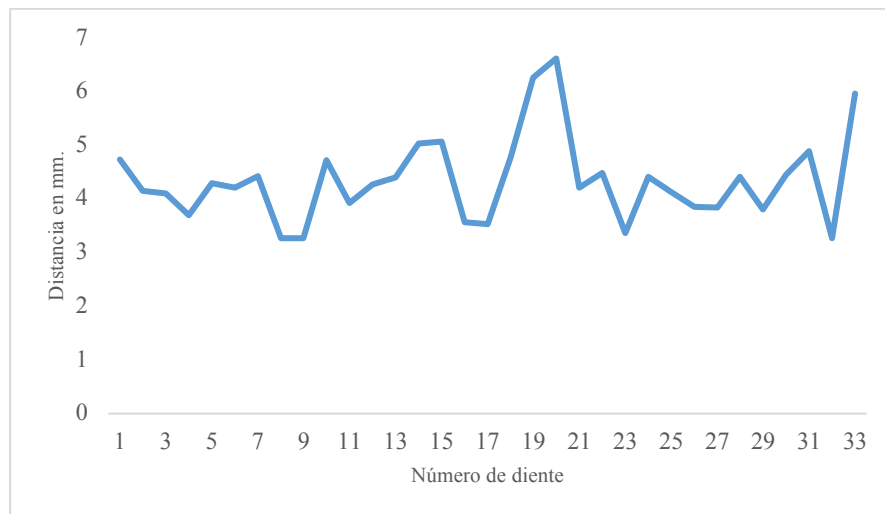


Figura 29: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares inferiores.

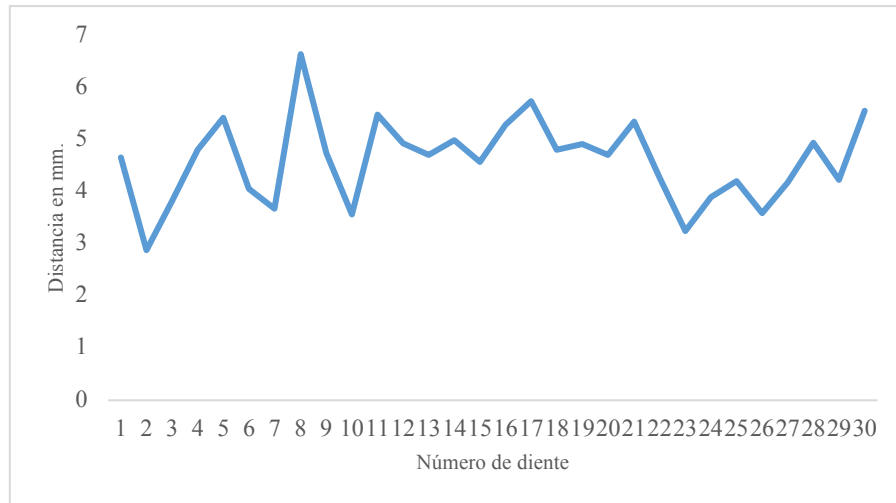


Figura 30: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares inferiores.

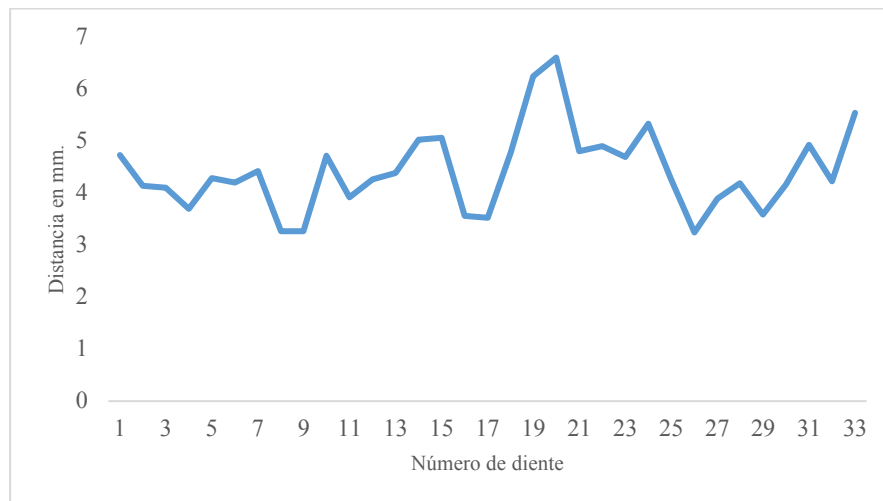


Figura 31: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno mesiolingual de los primeros molares inferiores.

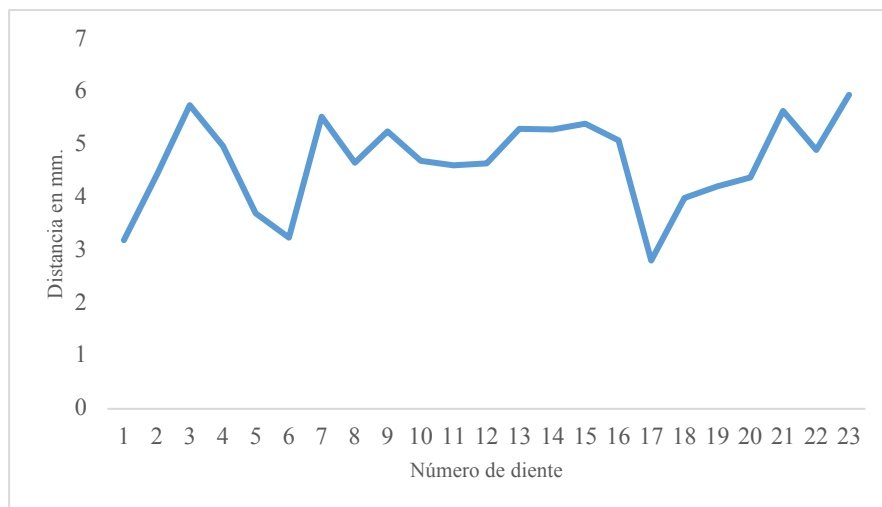


Figura 32: Distancia vertical en milímetros de la cúspide al cuerno distolingual de los primeros molares inferiores.

En los primeros molares inferiores el promedio de la distancia vertical de la cúspide al cuerno fue de 4.34 mm en la cúspide mesiobucal, 4.59 mm en la distobucal, 4.43 mm en la mesiolingual y 4.68 mm en la distolingual. (Figura 33)

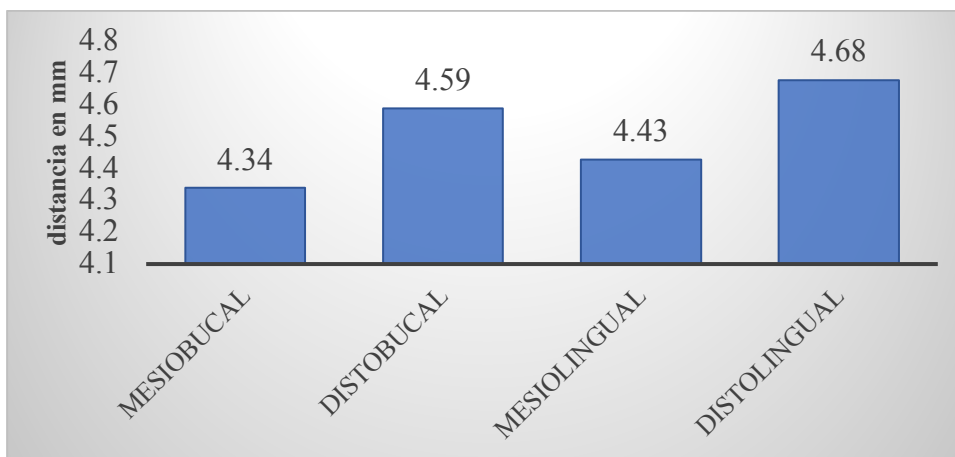


Figura 33: Distancia vertical de la cúspide al cuerno (D1) de los primeros molares inferiores.

En cuanto al objetivo 2 y 3 se obtuvieron los siguientes resultados:

Se determinó la distancia horizontal entre la cúspide y el cuerno pulpar (D2) de los primeros molares superiores, obteniendo los siguientes valores para la cúspide mesiobucal (figura 34), distobucal (figura 35) y palatino (figura 36).

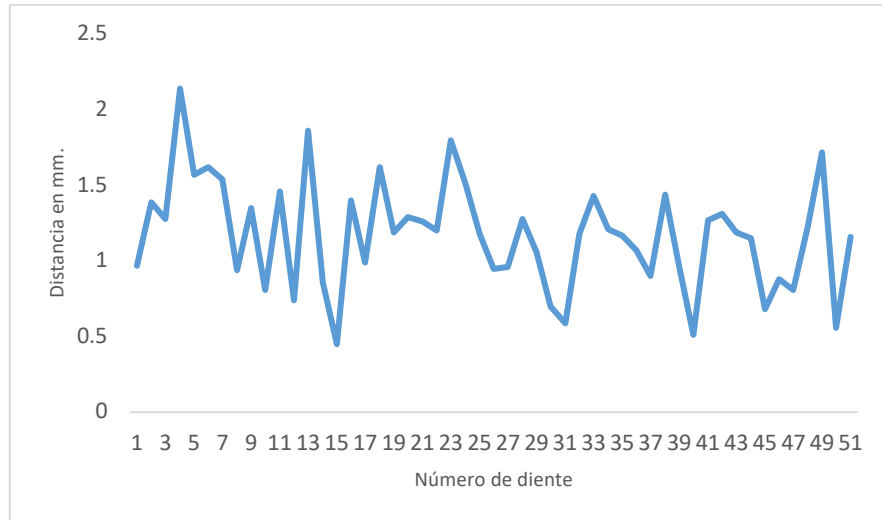


Figura 34: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares superiores.

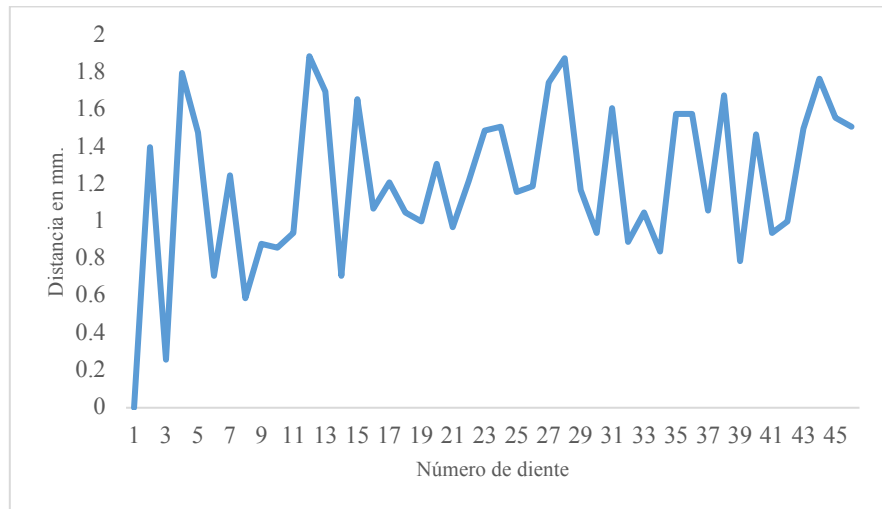


Figura 35: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno distobucal de los primeros molares superiores.

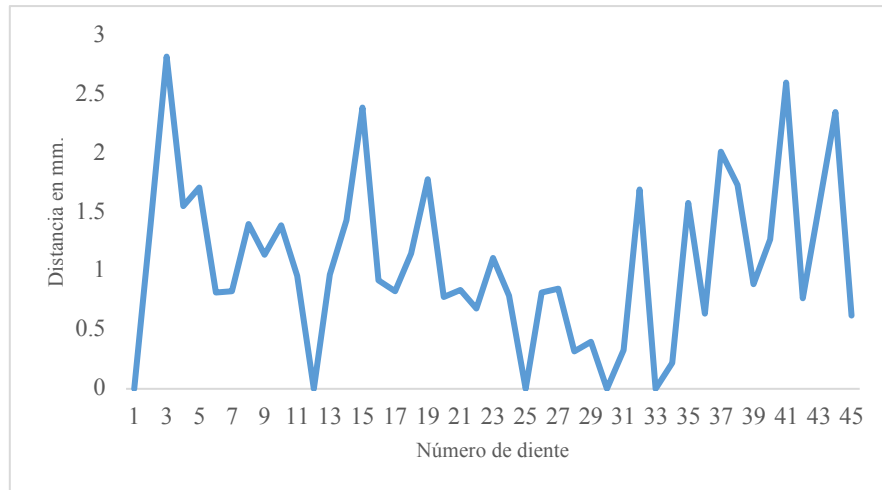


Figura 36: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno palatino de los primeros molares superiores.

Se determinó la distancia horizontal en milímetros del cuerno mesiobucal (figura 37), cuerno distobucal (figura 38) y cuerno palatino (figura 39), al surco fundamental de los primeros molares superiores, con los siguientes resultados.

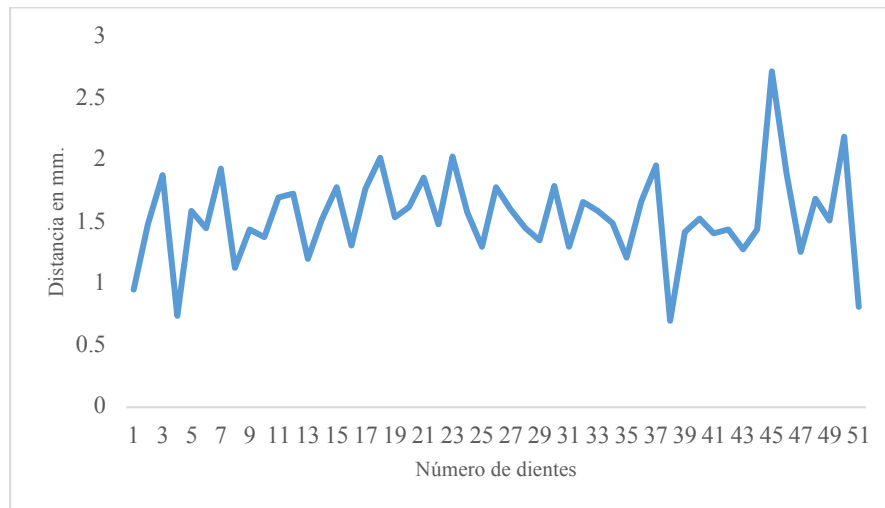


Figura 37: Distancia horizontal en milímetros del cuerno mesiobucal al surco fundamental de los primeros molares superiores.

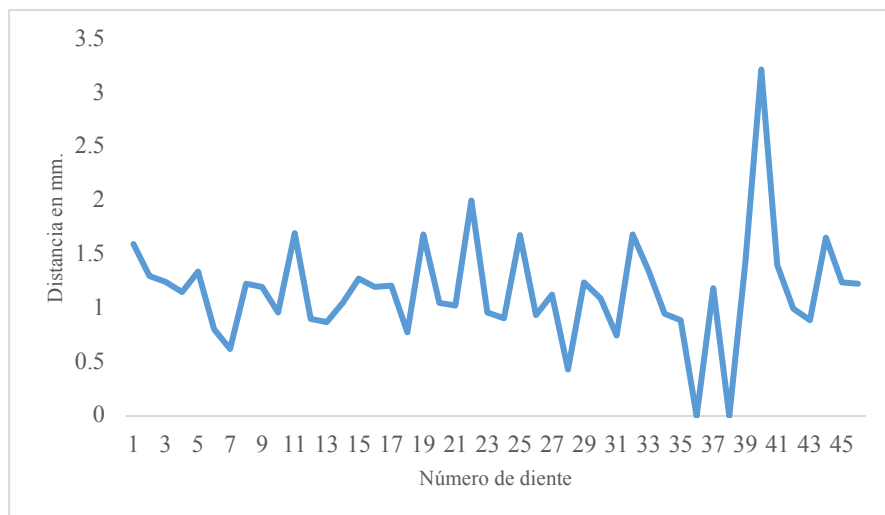


Figura 38: Distancia horizontal en milímetros del cuerno distobucal al surco fundamental de los primeros molares superiores.



Figura 39: Distancia horizontal en milímetros del cuerno palatino al surco fundamental de los primeros molares superiores.

En los molares superiores, en relación con la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 1.17 mm, en la distobucal fue 1.21 mm, y en la palatina 1.07 mm; en la distancia horizontal del cuerno al surco fundamental (D3) se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 1.54 mm, en el distobucal 1.16 mm y en la palatina 1.64 mm (figura 40).



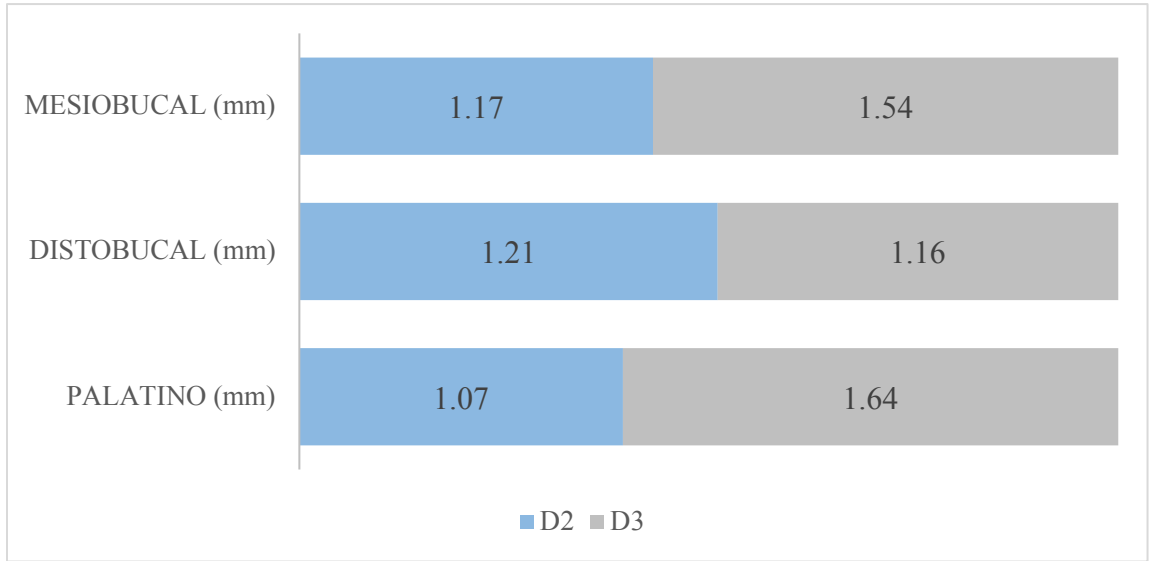


Figura 40: Distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y distancia horizontal del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares superiores.

Se determinó la distancia horizontal entre la cúspide y el cuerno pulpar (D2) de los primeros molares inferiores, obteniendo los siguientes valores para la cúspide mesiobucal (figura 41), distobucal (figura 42), mesiolingual (figura 43) y distolingual (figura 44).

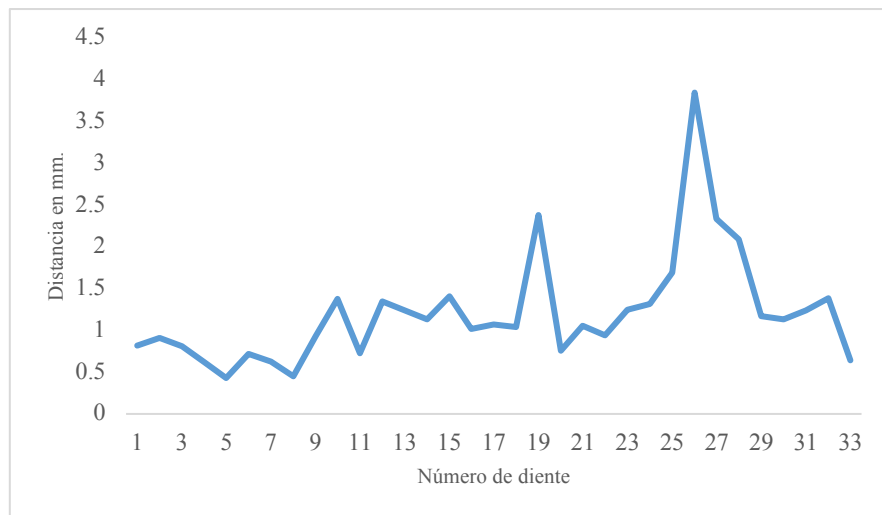


Figura 41: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno mesiobucal de los primeros molares inferiores.

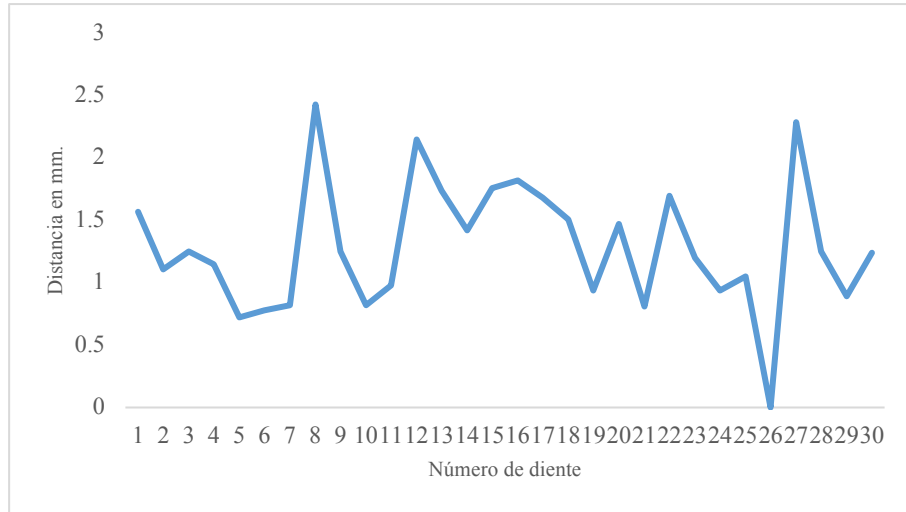


Figura 42: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno distobuccal de los primeros molares inferiores.

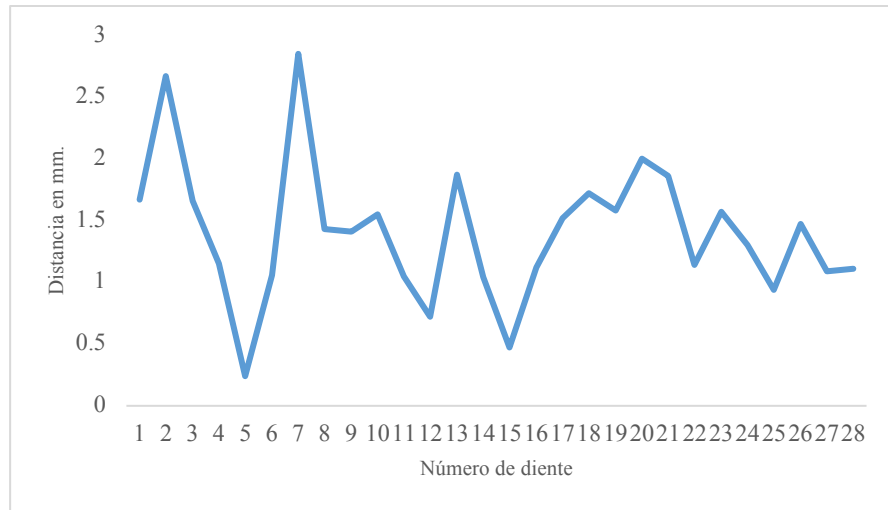


Figura 43: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno mesiolingual de los primeros molares inferiores.

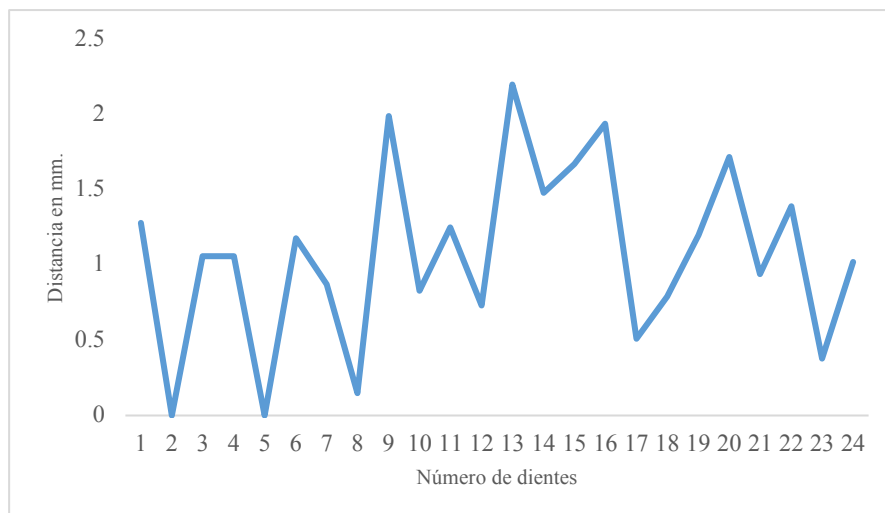


Figura 44: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide al cuerno distolingual de los primeros molares inferiores.

Así mismo se determinó la distancia horizontal en milímetros del cuerno mesiobucal (figura 45), cuerno distobucal (figura 46), cuerno mesiolingual (figura 47) y cuerno distolingual (figura 48), al surco fundamental de los primeros molares inferiores, con los siguientes resultados.

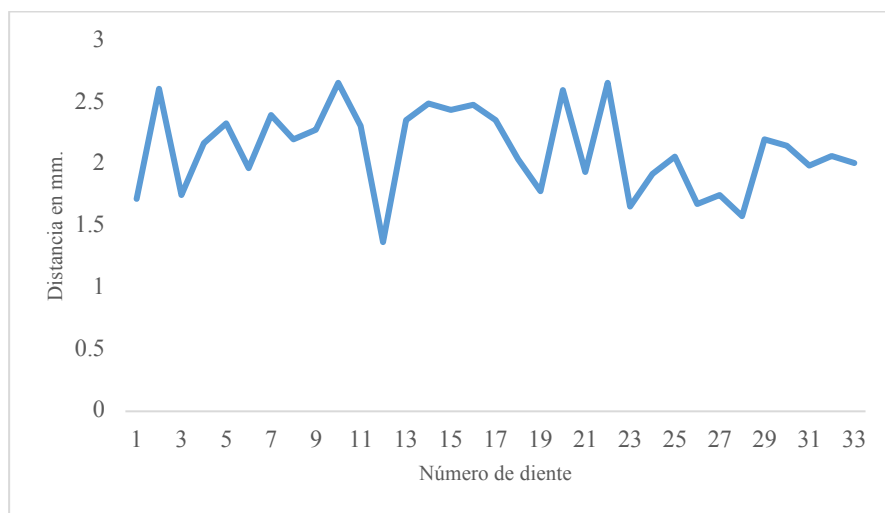


Figura 45: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno mesiobucal al surco fundamental de los primeros molares inferiores.



Figura 46: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno distobucal al surco fundamental de los primeros molares inferiores.

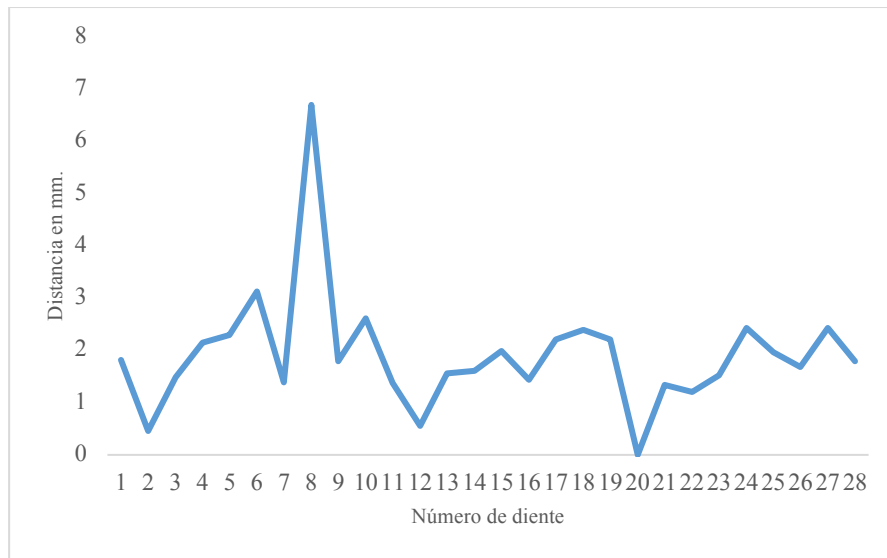


Figura 47: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno mesiolingual al surco fundamental de los primeros molares inferiores.

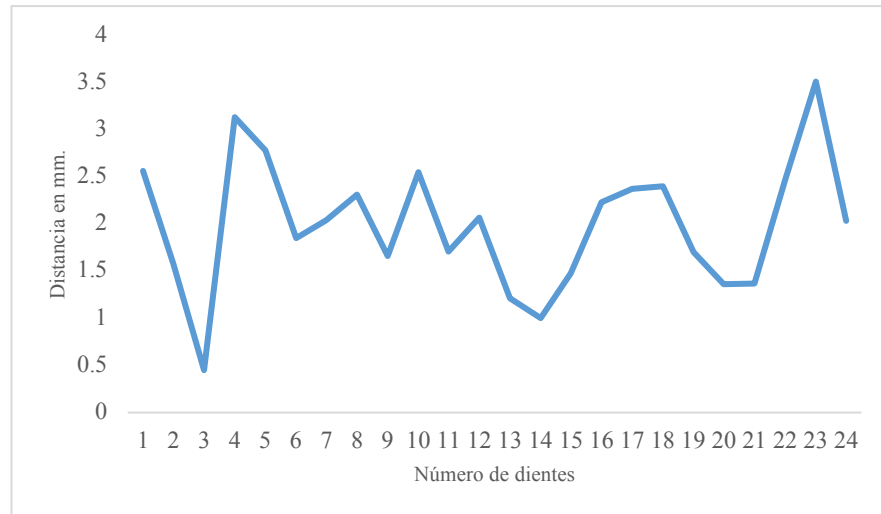


Figura 48: Distancia horizontal en milímetros de la cúspide del cuerno distolingual al surco fundamental de los primeros molares inferiores.

En los molares inferiores, la distancia D2 se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 1.21 mm, en la distobucal fue 1.29 mm, la mesiolingual 1.4 mm y la distolingual 1.04 mm; en la distancia D3 se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 2.12 mm, en la distobucal fue 1.66 mm, la mesiolingual 1.93 mm y la distolingual 1.99 mm (figura 49).

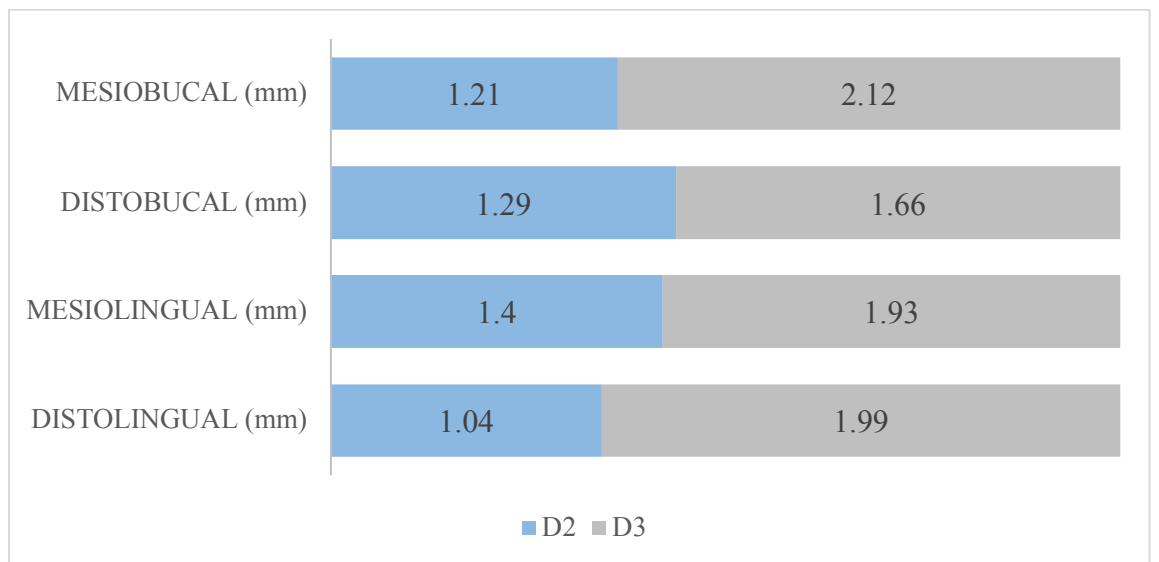


Figura 49: Distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y distancia horizontal

del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares inferiores.

Con respecto al objetivo 4 se obtuvieron los siguientes resultados:

Se pudo determinar también la distancia de la cúspide al surco central (D4) sumando la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y la distancia horizontal del cuerno al surco fundamental (D3). En los primeros molares superiores en la cúspide mesiobucal el promedio de medida fue 2.71 mm, en la distobucal 2.3 mm, y en la palatina 2.43 mm; en los primeros molares inferiores, en la cúspide mesiobucal el promedio de la distancia fue 3.33 mm, en la distobucal 2.95 mm, en la mesiolingual 3.33 mm, y en la distolingual 3.03 mm.

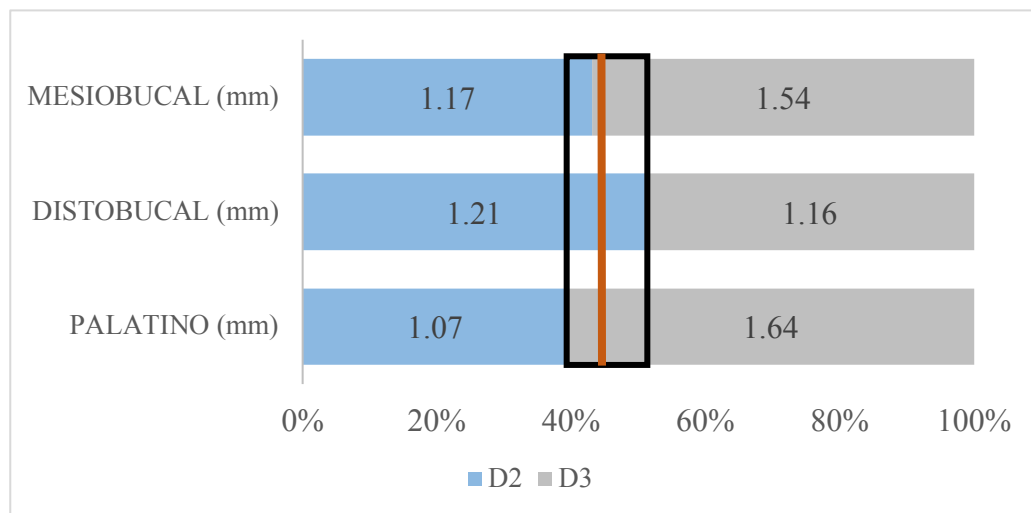


Figura 50: Porcentaje de la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y la distancia horizontal del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares

Se determinó el porcentaje promedio de localización del cuerno pulpar entre las distancias D2 y D3 en los primeros molares superiores en la cúspide mesiobucal el porcentaje fue del 42%, en la distobucal 49%, y en la palatina 39%.

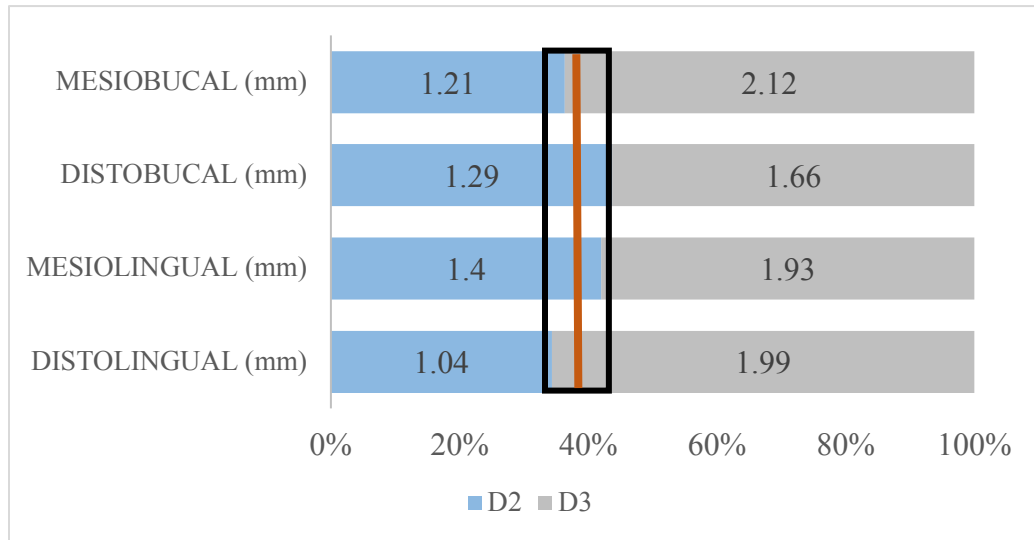


Figura 51: Porcentajes de la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) y distancia horizontal del cuerno pulpar al surco fundamental (D3) en los primeros molares inferiores.

Se determinó el porcentaje promedio de localización del cuerno pulpar entre las distancias D2 y D3 en los primeros molares inferiores en la cúspide mesiobucal el porcentaje fue del 36%, en la distobucal 44%, en la mesiolingual 42% y en la distolingual 34%.

En promedio el porcentaje de la localización del cuerno pulpar en relación horizontal con la cúspide fue de 43% para molares superiores y 39% para molares inferiores

Se determinó la distancia vertical del surco fundamental al piso de la cámara pulpar (D5) de los primeros molares superiores (PMS) de las caras bucal (figura 50) y palatino (figura 51), y de los primeros molares inferiores (PMI) de las caras bucal y lingual las cuales se observan en las figuras 52 y 53 respectivamente.

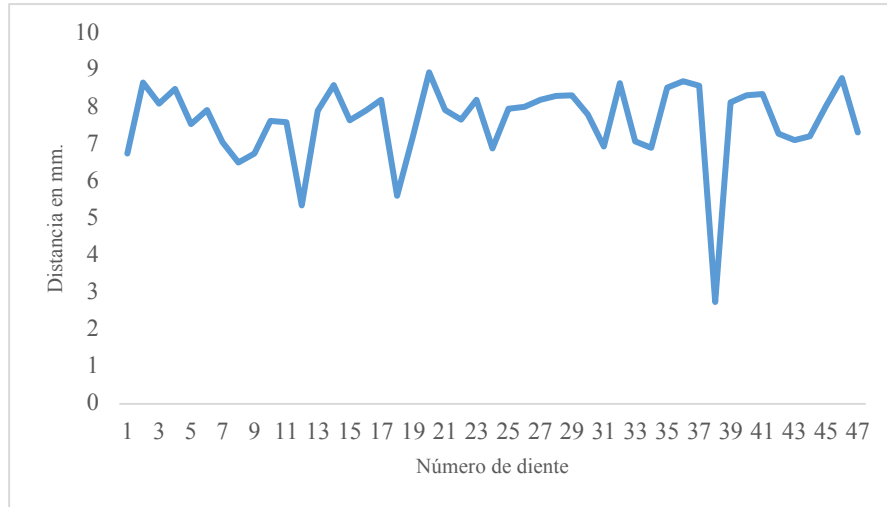


Figura 52: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares superiores en su cara bucal.

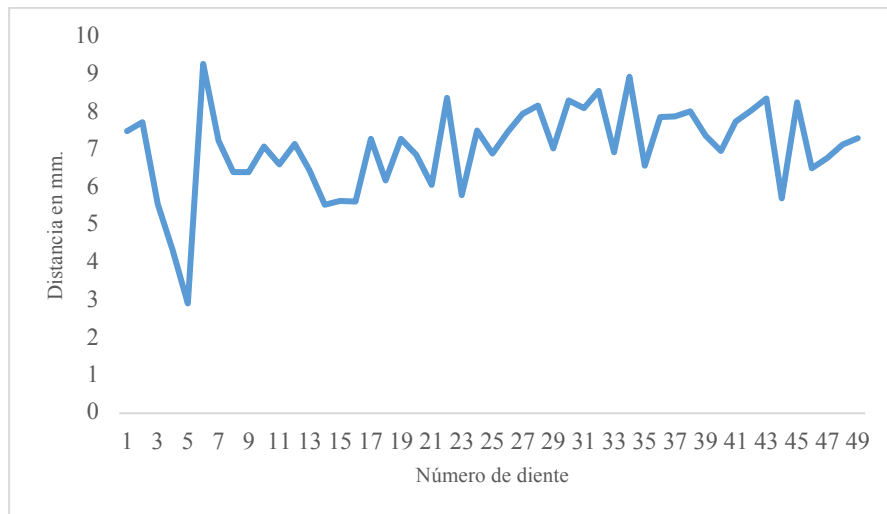


Figura 53: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares superiores en su cara palatina.



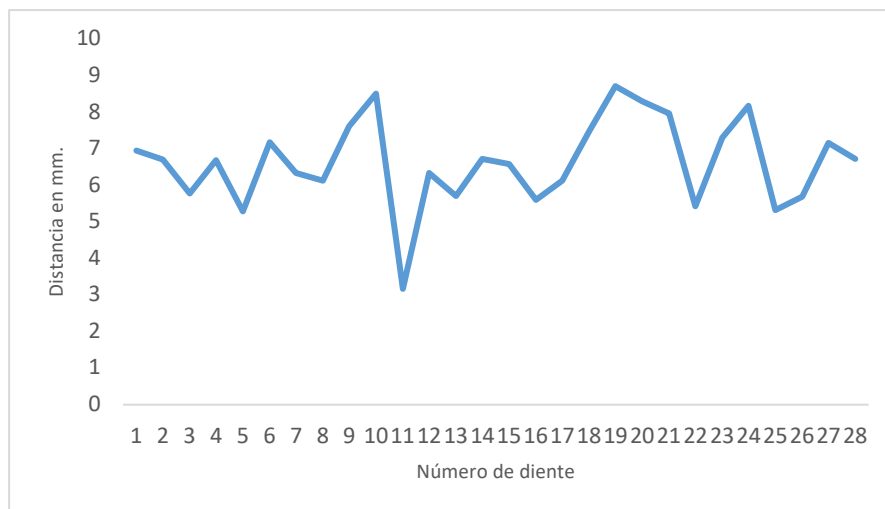


Figura 54: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares inferiores en su cara bucal.

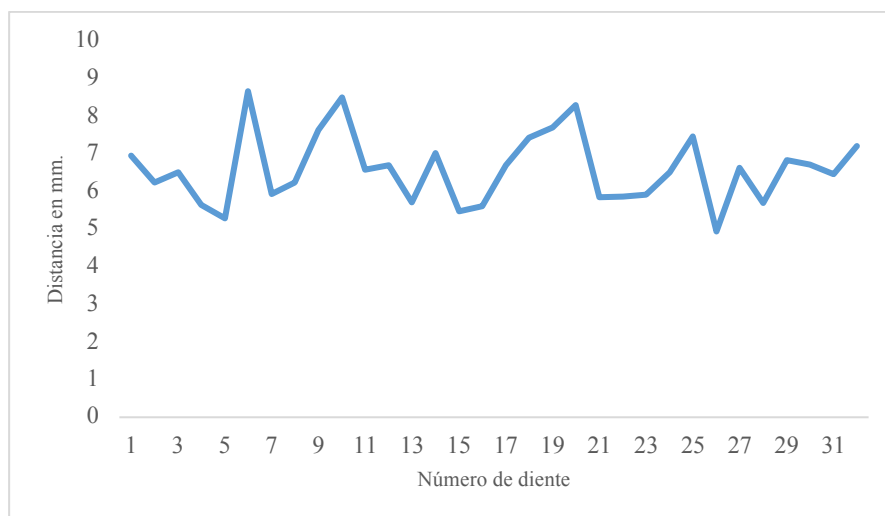


Figura 55: Distancia vertical en milímetros del surco fundamental al piso de la cámara pulpar de los primeros molares inferiores en su cara lingual.

Se determinó el promedio de la distancia vertical del surco fundamental al piso de la cámara pulpar (D5) de los primeros molares superiores (PMS) en las caras bucal y palatina, y de los primeros molares inferiores (PMI) de las caras bucal y lingual, las cuales se observan en la figura 54.

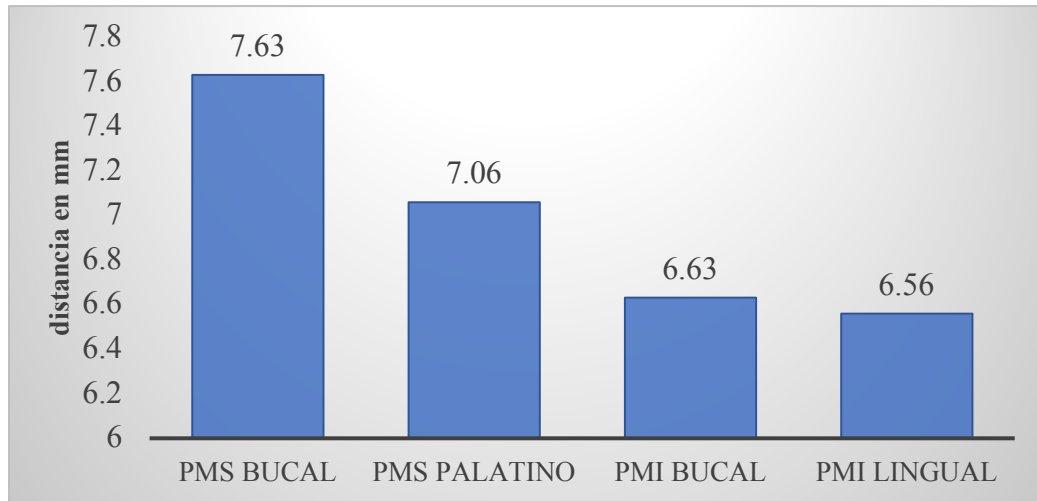


Figura 56: Distancia promedio vertical del surco fundamental al piso de la cámara pulpar. en los primeros molares superiores e inferiores.

En los primeros molares superiores la distancia promedio por la cara bucal fue de 7.63 mm y en la cara palatina 7.06 mm. En los primeros molares inferiores la distancia promedio fue de 6.63 mm para la cara bucal y 6.56 mm para la lingual.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, se utilizaron imágenes CBCT para reunir información con respecto a puntos de referencia anatómicos de la superficie oclusal y cámara pulpar de molares permanentes. Se obtuvo la relación de estos puntos anatómicos externos con la preparación de la cavidad de acceso con la finalidad de desarrollar una técnica de acceso endodóntico más predecible basados en el análisis de imágenes escaneadas en 3 dimensiones.

Este estudio pone de manifiesto las medidas verticales y horizontales promedio que van de la cúspide al cuerno, y la profundidad que existe entre el surco fundamental y el piso de la cámara pulpar. Se pone en manifiesto que no es necesario solicitar una exploración de CBCT para el paciente para identificar tales parámetros a menos que se presente una anatomía compleja u otras complicaciones potenciales (52).

La elección de la sección dental óptima para la medición y la transparentación del órgano dentario fue la parte crítica de este estudio. El corte tomográfico coronal se eligió por presentar la visualización óptima de la zona de la corona y de la furca, este plano permitió el ajuste de las imágenes de la CBCT axial y sagital para medir los parámetros relativos a la corona clínica de los molares y a los puntos de referencia de la cámara pulpar. Así, el uso del corte axial permitió la eliminación de las estructuras anatómicas necesarias para la correcta visualización de la cámara pulpar, y la transparentación de la reconstrucción 3D del diente permitió la ubicación exacta de los parámetros designados e impidió la superposición de puntos de referencia anatómicos en diferentes planos. Esta normalización permitió asegurar la reproducibilidad y la exactitud de las mediciones.

En este estudio, se presentan 2 conjuntos de mediciones de puntos de referencia anatómicos de los molares permanentes: en primer lugar las mediciones verticales de la punta de las cúspides y cuernos mesiobucal, distobucal, palatina, mesiolingual y distolingual, y en segundo lugar, un conjunto de mediciones verticales y horizontales de

la fosa central a algunos puntos morfológicos de la cámara pulpar.

Debido a que la preparación del acceso a menudo se inicia en el centro de la superficie oclusal, la fosa central parece ser un punto de referencia más apropiado en lugar de la punta de la cúspide utilizada en estudios previos. Además, muchas variables pueden afectar la altura de las cúspides, tales como ubicación, tamaño, y de desgaste (61). Se puede argumentar que la fosa central desaparece después de la iniciación de acceso; Sin embargo, el punto de referencia todavía puede rastrearse a partir de la estructura del diente adyacente oclusal.

En cuanto a las medidas promedio realizadas de la cúspide al cuerno de la cámara pulpar varios autores realizaron estudios a través de radiografías de aleta de mordida. En un estudio realizado por Deutsch *et al.* a través de radiografías tomadas mesiodistalmente en una cuadrilla milimétrica determinaron que la medida promedio de la cúspide bucal al cuerno pulpar fue de 6.24 mm en molares maxilares y de 6.36 mm en molares mandibulares (47), en el presente estudio se encontró que dicha distancia, en los primeros molares superiores, en la cúspide mesiobucal fue 4.43 mm, en la cúspide distobucal fue 4.81 mm, y la cúspide palatina 4.79 mm. Khojastepour *et al.* obtuvieron las siguientes medidas de la cúspide del molar al cuerno pulpar en el rango de edad de 18-25 fue de 5.45 mm y de 6.19mm en el rango de edad de 50-65 para molares maxilares. Para los molares mandibulares fue de 5.10mm para el grupo de 18-25 y de 5.65 mm y en el grupo de 50-65 (59), mientras que en este estudio encontramos que en los molares inferiores, la distancia de la cúspide al cuerno pulpar fue 4.34 mm para la mesiobucal, 4.59 mm para la distobucal, 4.43 mm para la mesiolingual y 4.68 mm para la distolingual.

Otra medida registrada en el estudio de Khojastepour *et al.* fue la medida vertical promedio de la cúspide del molar al piso de la cámara pulpar en molares maxilares fue de 8.47 mm y de 7.36 mm en los molares mandibulares (59) y Deutsch *et al.* observaron que la medida promedio de la cúspide bucal al piso de la cámara pulpar fue de 8.08mm en molares maxilares y de 7.95 mm en molares mandibulares (47). En un estudio realizado por Azim *et al.* en el 2014 con imágenes de CBCT se obtuvieron las siguientes medidas

para la distancia que existe entre la cúspide y el piso de la cámara pulpar de 8.66 mm para molares maxilares y de 7.92 para molares mandibulares (57).

En el presente estudio la medida vertical realizada fue del surco fundamental al piso de la cámara pulpar por ser el punto anatómico de referencia por donde pasa el cuadro ROI utilizado para realizar las mediciones.

El grupo de los primeros molares inferiores registró la distancia promedio más corta de la cúspide MB al cuerno MB. En el grupo de los molares superiores se registró una distancia promedio más larga entre la cúspide DB al cuerno DB.

Actualmente existen múltiples estudios en los cuales se recomienda la modificación de las técnicas de acceso en endodoncia, éstas enfocadas hacia un tratamiento conservador para mantener la mayor cantidad de estructura dentinaria y así evitar fracturas.

Un estudio realizado por Clark y Khademi (63) presentaron un nuevo modelo para el acceso endodóntico, el cual consiste en realizar un acceso conservador, este iniciando desde el centro de la corona clínica de forma angulada para lograr acceder a los conductos radiculares, esto para evitar la eliminación excesiva de estructura y prevenir fracturas después del tratamiento endodóntico.

Para la realización de este protocolo es necesario el uso de magnificación, sistemas de instrumentos adecuados y ultrasonido para la eliminación de los restos de tejido pulpar remanentes en la cámara pulpar (63).

Este estudio no solo brinda un nuevo punto de acceso al tratamiento endodóntico, también nos proporciona nuevas herramientas de localización y medición de las estructuras por medio de CBCT.

Estas mediciones podrían brindarnos información para la realización del protocolo de Clark y Khademi (63); esto proporcionándonos información sobre la localización

exacta de la cámara pulpar y los cuernos pulpares junto con la distancia entre el surco y el piso de la cámara pulpar, brindando un punto exacto en el cual se localiza la cámara pulpar para evitar el desgaste innecesario de tejido y la distancia en la que se encuentra en promedio el surco fundamental del piso de la cámara pulpar para así evitar perforaciones y iatrogenias.

En el presente estudio, solo nos centramos en los dientes sin restauraciones o con caries extensas que pudieran afectar la cámara pulpar, ya que representan una muestra que puede compararse con los órganos dentales que se encuentran regularmente en la clínica.

Así también, éstos permitieron la identificación adecuada de los parámetros estudiados. Sin embargo, vale la pena señalar que los dientes con restauraciones o caries que invaden a la cámara pulpar son los más problemáticos durante la preparación para la cavidad de acceso.

## CONCLUSIONES

La información obtenida en esta investigación ayudará a ejecutar un acceso endodóntico con mayor predictibilidad proporcionando una guía más cuantitativa, precisa y fiable para realizar la cavidad de acceso en molares permanentes con menor cantidad de perforaciones iatrogénicas en el área de la furca y paredes axiales.

En los primeros molares superiores la distancia promedio fue de 4.43 mm para la cúspide mesiobucal, 4.81 mm para la cúspide distobucal y 4.79 mm para la cúspide palatina.

En los primeros molares inferiores el promedio de la distancia vertical de la cúspide al cuerno fue de 4.34 mm en la cúspide mesiobucal, 4.59 mm en la distobucal, 4.43 mm en la mesiolingual y 4.68 mm en la distolingual.

En los molares superiores, en relación con la distancia horizontal de la cúspide al cuerno pulpar (D2) se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 1.17 mm, en la distobucal fue 1.21 mm, y en la palatina 1.07 mm; en la distancia horizontal del cuerno al surco fundamental (D3) se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 1.54 mm, en el distobucal 1.16 mm y en la palatina 1.64 mm.

En los molares inferiores, la distancia D2 se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 1.21 mm, en la distobucal fue 1.29 mm, la mesiolingual 1.4 mm y la distolingual 1.04 mm; en la distancia D3 se encontró que en la cúspide mesiobucal el promedio fue 2.12 mm, en la distobucal fue 1.66 mm, la mesiolingual 1.93 mm y la distolingual 1.99 mm.

En los primeros molares superiores en la cúspide mesiobucal el promedio de medida fue 2.71 mm, en la distobucal 2.3 mm, y en la palatina 2.43 mm; en los primeros molares inferiores, en la cúspide mesiobucal el promedio de la distancia fue 3.33 mm, en la

distobucal 2.95 mm, en la mesiolingual 3.33 mm, y en la distolingual 3.03 mm.

En los primeros molares superiores la distancia promedio por la cara bucal fue de 7.63 mm y en la cara palatina 7.06 mm. En los primeros molares inferiores la distancia promedio fue de 6.63 mm para la cara bucal y 6.56 mm para la lingual.

Así, la trepanación para el acceso endodóntico en los primeros molares maxilares debe de ser iniciado en un punto que se encuentra aproximadamente al 43% de la distancia de una recta que parte desde la cúspide hacia el centro del surco fundamental.

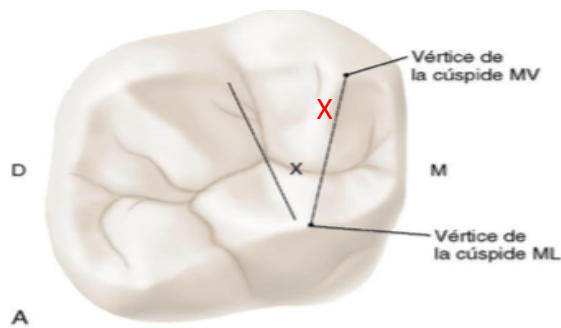


Figura 57: Ejemplo de la ubicación aproximada para la realización del acceso al 43% en molares maxilares.

En los primeros molares mandibulares la perforación para elaborar el acceso endodóntico debe de ser iniciado en un punto que se encuentra aproximadamente al 36% de la distancia de una recta que parte desde la cúspide hacia el centro del surco fundamental.

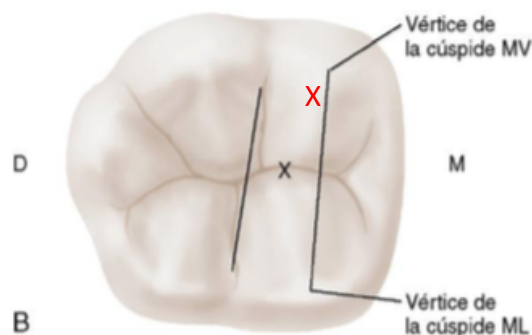


Figura 58: Ejemplo de la ubicación aproximada para la realización del acceso al 43% en molares maxilares.



En la figura 59 podemos observar un ejemplo aproximado de la zona en la cual se propone la realización del acceso.

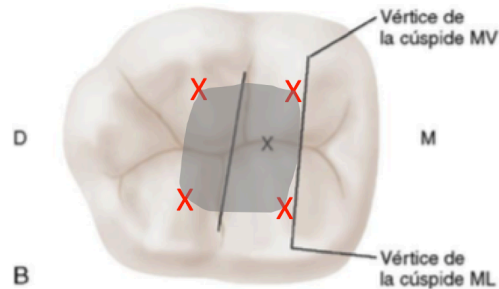


Figura 59: Ejemplo aproximado de la zona en la cual se propone el acceso endodóntico.

En relación a la profundidad de la preparación de acceso, no debe extenderse más allá de los 7mm en primeros molares maxilares y 6.5 mm en molares mandibulares desde la fosa central hacia el centro del órgano dentario y de los 8 mm desde la punta de la cúspide hacia la referida dirección para evitar perforación en la zona de furca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hilson S. Dental Anthropology. 1st ed. Melbourne Cambridge University Press; 1996.
2. Sabota W. Histología. 2a edición. W S, editor. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2006.
3. Hargreaves KM, Cohen S. Cohen Vías de la pulpa. Undecima Edición. España: Elsevier Inc; 2016.
4. Rodriguez Perez M. Estructura y Morfología de los Dientes. Primera. In: Cucina A, editor. Mérida: Ediciones UADY; 2011. 15-30 p.
5. Soares, I. y Goldberg F. Endodoncia: Técnica y Fundamentos. In: Médica Panamericana, editor. Endodoncia: Técnica y Fundamentos. 2o Edición. Buenos Aires, Argentina; 2012. p. 93–106.
6. Endodontics AA of. Glosario De Terminos Endodonticos [Internet]. 2012. p. 19,45. Available from: [http://issuu.com/amecee/docs/glosario\\_de\\_terminos\\_endodont\\_icos\\_](http://issuu.com/amecee/docs/glosario_de_terminos_endodont_icos_)
7. Rankow HJ, Krasner PR. The access box: An Ah-Ha phenomenon. J Endod. 1995;21(4):212–4.
8. Cook G, Cox F. C-shaped canal configurations in mandibular molars. J Am Dent Assoc. 1977;99:836–9.
9. Mannan G, Smallwood ER, Gulabivala K. Effect of access cavity location and design on degree and distribution of instrumented root canal surface in maxillary anterior teeth. Int Endod J. 2001;34(3):176–83.
10. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the Pulp-Chamber Floor. J Endod. 2004;30.
11. Lyroudia K, Mikrogeorgis G, Bakaloudi P, Kechagias E, Nikolaidis N, Pitas I. Virtual endodontics: three-dimensional tooth volume representations and their pulp cavity access. J Endod. 2002;28(1):599–602.
12. Chandler NP, Pitt Ford TR, Monteith BD. Coronal pulp size in molars: A study of bitewing radiographs. Int Endod J. 2003;36(11):757–63.
13. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. Root and Root Canal Morphology of the Human Permanent Maxillary First Molar: A Literature Review. J Endod.

- 2006;32(9):813–21.
14. Ronald O, Duarte MAH. Anatomía Interna de los dientes humanos.pdf. 1 edición. Zapata RO, editor. Sao Paulo, Brazil: Procesos; 2013.
  15. Baratto Filho F, Zaitter S, Haragushiku GA, de Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods. *J Endod.* Elsevier Inc; 2009;35(3):337–42.
  16. Castellucci A. Access cavity and endodontic anatomy. *Endodontics.* 2003;244– 329.
  17. Acosta Vigouroux S a., Trugeda Bosaans S a. Anatomy of the pulp chamber floor of the permanent maxillary first molar. *J Endod.* 1978;4(7):214–9.
  18. Kim S. Endodontic application of cone-beam computed tomography in South Korea. *J Endod.* Elsevier Inc; 2012;38(2):153–7.
  19. Ioannidis K, Lambrianidis T, Beltes P, Besi E, Malliari M. Endodontic management and cone-beam computed tomography evaluation of seven maxillary and mandibular molars with single roots and single canals in a patient. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2011;37(1):103–9.
  20. Gu Y, Lee JK, Spngberg LSW, Lee Y, Park CM, Seo DG, et al. Minimum-intensity projection for in-depth morphology study of mesiobuccal root. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2011;112(5):671–7.
  21. Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PMH. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *Int Endod J.* 2011;44(2):162–9.
  22. Ranjitkar S, Taylor J, Townsend G. A radiographic assessment of the prevalence of pulp stones in Australians. *Aust Dent J.* 2002;47(1):36–40.
  23. Goga R, Chandler NP, Oginni a. O. Pulp stones: A review. *Int Endod J.* 2008;41(6):457–68.
  24. Bauss O, Neter D, Rahman A. Prevalence of pulp calcifications in patients with Marfan syndrome. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* Mosby, Inc.; 2008;106(6):56–61.
  25. Edds a C, Walden JE, Scheetz JP, Goldsmith LJ, Drisko CL, Eleazer PD. Pilot study

- of correlation of pulp stones with cardiovascular disease. *J Endod.* 2005;31(7):504–6.
26. Parekh S, Kyriazidou A, Bloch-Zupan A, Roberts G. Multiple pulp stones and shortened roots of unknown etiology. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2006;101(6):139–42.
  27. Pettiette MT, Zhong S, Moretti AJ, Khan A a. Potential correlation between statins and pulp chamber calcification. *J Endod.* 2013;39(9):1119–23.
  28. Okamoto Y, Sonoyama W, Ono M, Akiyama K, Fujisawa T, Oshima M, et al. Simvastatin Induces the Odontogenic Differentiation of Human Dental Pulp Stem Cells In Vitro and In Vivo. *J Endod. Elsevier;* 2009;35(3):367–72.
  29. Moss-Salentijn L, Klyvert MH. Epithelially induced denticles in the pulps of recently erupted, noncarious human premolars. *J Endod.* 1983;9(12):554–60.
  30. Baghdady VS, Ghose LJ, Nahoom HY. Prevalence of pulp stones in a Teenage Iraqi Group. *J Endod.* 1988;14(6):309–11.
  31. Tamse a., Kaffe I, Littner MM, Shani R. Statistical evaluation of radiologic survey of pulp stones. *J Endod.* 1982;8(10):455–8.
  32. al-Hadi Hamasha a, Darwazeh a. Prevalence of pulp stones in Jordanian adults. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;86(6):730–2.
  33. Gulsahi a., Cebeci a. I, Özden S. A radiographic assessment of the prevalence of pulp stones in a group of Turkish dental patients. *Int Endod J.* 2009;42(8):735–9.
  34. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. 2005;3–29.
  35. Tiesler V, Alvarado-c G, Ram M. The C-shaped canal molar : an Endodontic – Archaeological study of the relationships between Mayan pre-Hispanic and contemporary population n of Yucat a. 2014;1084–9.
  36. Ortiz P, Weisleder R, Villareal de Justus Y. Combined therapy in the treatment of dens invaginatus: case report. *J Endod.* 2004;30(9):672–4.
  37. Capar ID, Ertas H, Arslan H, Tarim Ertas E. A Retrospective Comparative Study Cone-beam Computed Tomography versus Rendered Panoramic Images in Identifying the Presence, Types, and Characteristics of Dens Invaginatus in a Turkish Population. *J Endod. Elsevier;* 2015;41(4):473–8.

38. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CDJ. Efficacy of Cone-Beam Computed Tomography as a Modality to Accurately Identify the Presence of Second Mesio Buccal Canals in Maxillary First and Second Molars: A Pilot Study. *J Endod. American Association of Endodontists*; 2010;36(5):867–70.
39. Bharti R, Chandra A, Tikku AP, Wadhvani KK. “Taurodontism” an endodontic challenge: a case report. *J Oral Sci.* 2009;51(3):471–4.
40. Bürklein S, Breuer D, Schäfer E. Prevalence of taurodont and pyramidal molars in a German population. *J Endod.* 2011;37(2):158–62.
41. González NTC, Bermudez JSL, Molina EMG, Olmedillo JRP. Multiple bilateral taurodontism. a case report. *J Endod.* 2010;36(11):1905–7.
42. Radwan A, Kim SG. Treatment of a hypertaurodontic maxillary second molar in a patient with 10 taurodonts: A case report. *J Endod. Elsevier Ltd*; 2014;40(1):140– 4.
43. Melton DC, Krell K V., Fuller MW. Anatomical and histological features of C- shaped canals in mandibular second molars. *J Endod.* 1991;17(8):384–8.
44. Newton CW, McDonald S. A C-shaped canal configuration in a maxillary first molar. *J Endod.* 1984;10(8):397–9.
45. Gao Y, Fan B, Cheung GSP, Gutmann JL, Fan M. C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part IV: 3-D Morphological Analysis and Transverse Measurement. *J Endod.* 2006;32(11):1062–5. Low KMT, Dula K, Dmd PD, Bürgin W. Comparison of Periapical Radiography and Limited Cone-Beam Tomography in Posterior Maxillary Teeth Referred for Apical Surgery. 2008;34(5):557–62.
46. Revesz G. Lesion and Structured Noise and film reader error. *Am J Rontgenol.* 1976;1233–8.
47. Deutsch AS, Musikant BL. Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. *J Endod.* 2004;30(6):388–90.
48. Anjos M, Pereira K, Anjos A. Evaluacion de la calidad de las radiografías periapicales obtenidas en la clinica de endodoncia por alumnos de pre-grado. *Venezuela*; 2011;1–12.

49. Ee J, Fayad MI, Johnson BR. Comparison of endodontic diagnosis and treatment planning decisions using cone-beam volumetric tomography versus periapical radiography. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2014;40(7):910–6.
50. Silva L, Leticia A. CBCT, Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. 2010;7:147–59.
51. Bornstein MM, Lauber R, Sendi P, Von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2011;37(2):151–7.
52. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.* 2014;3–15.
53. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009;42(6):463–75.
54. Farman AG. ALARA still applies. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2005;100(4):395–7.
55. Martin CJ, Sutton DG, Sharp PF. Balancing patient dose and image quality. *Appl Radiat Isot.* 1999;50(1):1–19.
56. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz S a., Schindler WG. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *J Endod.* 2007;33(9):1121–32.
57. Azim A a., Azim K a., Deutsch AS, Huang GTJ. Acquisition of Anatomic Parameters Concerning Molar Pulp Chamber Landmarks Using Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* Elsevier Inc; 2014;40(9):1298–302.
58. Ball RL, Barbizam J V., Cohenca N. Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2013;39(4):548–57.
59. Khojastepour L, Rahimizadeh N, Khayat A. Morphologic Measurements of Anatomic Landmarks in Pulp Chambers of Human First Molars: A Study of Bitewing Radiographs. 2008;2(4):147–51.
60. Deutsch AS, Musikant BL. Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. *J Endod.* 2004;30(8):388–90.

61. Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. Quantitative in vivo wear of human enamel. *J Dent Res.* 1989;68(12):1752-4.
62. Deutsch AS, Musikant BL. Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. *J Endod.* 2004;30(2):388-90
63. Clark D, Khademi J, Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin N Am.* 54(2010) 249-273.