



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD DE LA SALUD HUMANA**  
**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TÍTULO**

**Determinar el nivel de reabsorción radicular externa posterior al tratamiento ortodóntico realizado en un centro especialista en ortodoncia de la ciudad de Loja.**

*Tesis previa a la obtención del título de Odontólogo*

**AUTOR:**

*Walter Iván Enríquez Gualán*

**DIRECTOR:**

*Odt. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez*

**LOJA - ECUADOR**  
**2019**

**CERTIFICACIÓN**

**Odt. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez**

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que la presente tesis titulada: **DETERMINAR EL NIVEL DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA POSTERIOR AL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO REALIZADO EN UN CENTRO ESPECIALISTA EN ORTODONCIA DE LA CIUDAD DE LOJA**, elaborada por el Sr. Walter Iván Enríquez Gualán, ha sido planificada y ejecutada bajo mi dirección y supervisión, por tanto y al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Loja autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal designado para el efecto.

Loja, 09 de enero de 2019

**Atentamente,**

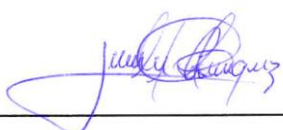


.....  
Odt. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez  
**DIRECTOR DE TESIS**

## AUTORÍA

Yo, Walter Iván Enríquez Gualán, con C.I. 1105078982, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la universidad nacional de Loja, la publicación de mis tesis en el repositorio institucional – biblioteca virtual.

**Firma:**  \_\_\_\_\_

**Autor:** Walter Iván Enríquez Gualán

**Cédula:** 1105078982

**Fecha:** 09 de enero de 2019

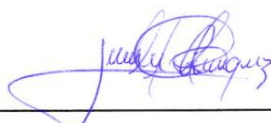
## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Walter Iván Enríquez Gualán, declaro ser autor de la tesis titulada: **DETERMINAR EL NIVEL DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA POSTERIOR AL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO REALIZADO EN UN CENTRO ESPECIALISTA EN ORTODONCIA DE LA CIUDAD DE LOJA**, como requisito para optar el grado de Odontólogo, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestra al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguientes manera en el Depositario Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional Biblioteca Virtual, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tengan convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los 09 días del mes de enero del 2019, firma el autor.

**Firma:**  \_\_\_\_\_

**Autor:** Walter Iván Enríquez Gualán

**Cédula:** 1105078982

**Dirección:** Esteban Godoy

**Correo Electrónico:** weig\_09@outlook.es

**Celular:** 0980972016

### DATOS COMPLEMENTARIOS

**Director de Tesis:** Odt. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez

**Tribunal de grado**

**Presidenta:** Dra. Esp. Susana Patricia González Eras

**Vocal:** Dra. Esp. Claudia Stefanie Piedra Burneo

**Vocal:** Dr. Esp. Jonathan David Cueva Delgado

## **DEDICATORIA**

Dedicatoria especial a Dios y a mi familia que con su apoyo incondicional estuvieron y están siempre a mi lado y que con su aliento sembraron en mi corazón el valor y la esperanza para culminar con éxito un objetivo que hoy se hace realidad.

También quiero dedicar este trabajo a mis abuelos en el cielo, ya que en gran parte es gracias a ellos que hoy en día soy la persona que soy.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi tutor Dr. Andrés Barragán quien tuvo la paciencia y sabiduría en guiar este trabajo de investigación y quien además de ser un docente, me ayudado a formarme como profesional y como persona en todo este proceso.

A los docentes y autoridades que han sido amigos y han brindado apoyo en varias ocasiones y a las personas que de una u otra manera brindaron el aliento y la fuerza emocional para culminar este difícil camino.

## ÍNDICE

CARÁTULA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA .....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
1. TÍTULO .....	1
2. RESUMEN.....	2
SUMMARY .....	3
3. INTRODUCCIÓN .....	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
CAPÍTULO I.....	7
1.1. Tejidos de soporte dentario.....	7
1.1.1. Encía .....	7
1.1.2. Ligamento Periodontal .....	8
1.1.3. Hueso alveolar.....	10
1.2. Migración fisiológica de los dientes .....	10
1.3. Migración ortodóntica de los dientes.....	11
CAPÍTULO II.....	12
2.1. Fuerza y movimiento dental .....	12
2.2. Células involucradas en el movimiento dental .....	12
2.2.1. El fibroblasto. ....	13
2.2.2. Cementoblastos.....	13
2.2.3. El osteoblasto.....	13
2.2.4. El osteoclasto.....	13
2.2.5. Células progenitoras .....	14
2.3. Mecanismos de acción que permiten la respuesta celular .....	14
2.3.1. Teoría de flujo sanguíneo.....	15
2.3.1.1. Área de presión.....	15
2.3.1.2. La hialinización .....	16
2.3.1.3. Área de tensión.....	17

2.3.2.	Teoría bioeléctrica .....	17
2.3.3.	Teoría de la oclusión vascular .....	18
2.3.4.	Teoría de la respuesta inflamatoria.....	19
2.4.	Fuerza.....	19
2.4.1.	Tipos de fuerzas.....	19
2.4.1.1.	Centro de resistencia .....	20
2.4.1.2.	Momento de una fuerza.....	21
2.4.1.3.	Movimiento de traslación.....	22
CAPÍTULO III .....		24
3.1.	Fisiología, metabolismo y biomecánica del hueso en la práctica ortodóncica .....	24
3.2.	Osteología diferencial del maxilar y la mandíbula .....	24
3.3.	ATM: Respuesta de la articulación temporomandibular a las fuerzas ortopedicas .. .....	25
3.4.	Metabolismo Óseo .....	25
3.5.	Conservación de calcio .....	26
3.6.	Biomecánica ósea .....	27
CAPÍTULO IV .....		29
4.1.	Reabsorción .....	29
4.2.	Reabsorción radicular y ortodoncia .....	29
4.3.	Etiología de la reabsorción radicular .....	31
4.4.	Factores que intervienen en la reabsorción radicular por estímulos mecánicos (ortodoncia) .....	31
4.4.1.	Factores biológicos.....	31
4.4.1.1.	Edad cronológica.....	31
4.4.1.2.	Edad dental.....	31
4.4.1.3.	Estado nutricional.....	32
4.4.1.4.	Género.....	32
4.4.1.5.	Raza.....	32
4.4.2.	Factores farmacológicos.....	32
4.4.2.1.	Estructura facial y dentoalveolar.....	32
4.4.2.2.	Hábitos .....	33
4.4.2.3.	Morfología, tamaño y número dental.....	33
4.4.2.4.	Vitalidad dental .....	33
4.4.2.5.	Reabsorción radicular previa.....	33
4.4.2.6.	Trauma dentoalveolar previo .....	34
4.4.2.7.	Infecciones periapicales. ....	34
4.4.3.	Factores oclusales .....	34



4.4.4.	Factores sistémicos .....	34
4.4.5.	Factores relativos al tratamiento ortodóntico. ....	34
4.4.5.1.	Duración del tratamiento.....	35
4.4.5.2.	Tipo de movimiento .....	35
4.4.5.3.	Características de la fuerza.....	35
4.4.5.4.	Amplitud del movimiento .....	35
4.4.5.5.	Tipo de aparatología.....	35
4.5.	Clasificación de la reabsorción radicular.....	36
4.6.	Vulnerabilidad dental específica a la reabsorción radicular .....	37
4.7.	Evaluación de la reabsorción radicular .....	37
4.8.	Pronóstico .....	38
4.9.	Consideraciones antes del tratamiento.....	39
4.10.	Consideraciones durante el tratamiento .....	39
4.11.	Consideraciones después del tratamiento.....	40
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
6.	RESULTADOS .....	44
7.	DISCUSIÓN.....	52
8.	CONCLUSIONES.....	54
9.	RECOMENDACIONES .....	55
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	56
11.	ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características demográficas de la población de estudio. ....	44
<b>Tabla 2.</b> Grados de reabsorción en 605 de 740 piezas dentales de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.....	46
<b>Tabla 3.</b> Grados de reabsorción en 390 de 433 piezas superiores de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.....	47
<b>Tabla 4.</b> Grados de reabsorción en 215 de 307 piezas inferiores de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.....	48
<b>Tabla 5.</b> Comparación de los grados de reabsorción en piezas superiores vs piezas inferiores de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.....	49
<b>Tabla 6.</b> Comparación de los grados de reabsorción en 15 pacientes de sexo femenino vs 15 pacientes de sexo masculino con tratamiento ortodóntico .....	50

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Distribución de la población según sexo.....	44
<b>Gráfico 2.</b> Distribución según edad. ....	45
<b>Gráfico 3.</b> Distribución según tiempo de tratamiento ortodóntico .....	45
<b>Gráfico 4.</b> Grados de reabsorción global .....	46
<b>Gráfico 5.</b> Reabsorción en piezas superiores .....	47
<b>Gráfico 6.</b> Reabsorción en piezas inferiores .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Anatomía macroscópica de la encía. Encía libre (EL), encía insertada (EI), unión mucogingival (UMG), unión amelocementaria (UAC).....	7
<b>Figura 2.</b> Áreas de presión en un movimiento dental no controlado de un incisivo central maxilar.....	15
<b>Figura 3.</b> Daño permanente de la raíz de un incisivo central maxilar producido por fuerzas ortodóncicas excesivas .....	16
<b>Figura 4.</b> Áreas de tensión, en imagen de espejo, en un movimiento de inclinación no controlado de un incisivo.....	17
<b>Figura 5.</b> Secuencia de eventos biológicos en la teoría bioeléctrica. ....	18
<b>Figura 6.</b> Eventos celulares que regulan la respuesta biológica para que el diente se mueva. ....	19
<b>Figura 7.</b> Características de las fuerzas típicas usadas en ortodoncia según Reitan. ....	20
<b>Figura 8.</b> Ubicación del centro de resistencia.....	21
<b>Figura 9.</b> Momento de una fuerza.....	21
<b>Figura 10.</b> Factores que determinan la ubicación del centro de rotación .....	22
<b>Figura 11.</b> Reabsorción radicular por tratamiento ortodóncico.....	30
<b>Figura 12.</b> Escala de Levander y Malmgrem.....	37

## **1. TÍTULO**

**DETERMINAR EL NIVEL DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA  
POSTERIOR AL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO REALIZADO EN UN  
CENTRO ESPECIALISTA EN ORTODONCIA DE LA CIUDAD DE LOJA.**

## 2. RESUMEN

El presente estudio es de tipo analítico, observacional, retrospectivo. El objetivo fue determinar si existía o no un grado de reabsorción radicular externa luego de haber realizado un tratamiento ortodóntico, así como el de conocer todo el proceso de reabsorción radicular, desde su etiología, etiopatogenia, clasificación, evaluación y los factores que se llegan a asociar a esta patología con el fin de prevenirla, evitarla o tratarla. La población de estudio estuvo conformada por 30 personas, 15 hombres y 15 mujeres, dando como resultado final una muestra de 60 radiografías utilizadas, 30 iniciales y 30 radiografías finales. Para determinar el grado de reabsorción radicular externa se utilizaron radiografías panorámicas de los pacientes que acudieron al centro especialista de ortodoncia en el período 2011-2018, realizando los respectivos trazos de las radiografías iniciales y de sus respectivas radiografías de control, en el papel ingeniero. Luego de verificar el correcto trazo por parte del docente, se procedió a medir en milímetros todas las piezas dentales, tanto de las radiografías iniciales, como de las finales, posterior a esto, se comparó si existía o no diferencias en la longitud de las piezas dentales antes del tratamiento y una vez finalizado el tratamiento ortodóntico, determinando así, si existía o no, una reabsorción radicular externa.; los resultados arrojados por este análisis ayudaron a concluir que el 81,76% de piezas sufrieron reabsorción y los grados 1, 2 y 3 fueron los más frecuentes. El grado 4 se detectó únicamente en dos piezas. No hubo reabsorción (grado 0) en el 18.24% de piezas (n = 135). Además, se determinó que los grados de reabsorción entre las piezas superiores con respecto de las piezas inferiores fueron en diferentes proporciones. Las diferencias fueron significativas.

**Palabras clave:** Reabsorción radicular, patología, ortodoncia.

## SUMMARY

The present study is analytical, observational, and retrospective. The objective was to determine whether or not there was a degree of external root reabsorption after having an orthodontic treatment, as well as knowing the entire process of root reabsorption, from its etiology, etiopathogenesis, classification, evaluation and the factors that are associated with this pathology in order to prevent it, avoid it or treat it. The study population consisted of 30 people, 15 men and 15 women, giving as a final result a sample of 60 radiographs used 30 initial and 30 final radiographs. To determine the degree of external root reabsorption panoramic radiographs of the patients who went to the orthodontic specialist center in the period 2011-2018 were used, performing the respective traces of the initial radiographs and their respective control radiographs, in the engineer paper. After verifying the correct outline by the teacher, all the dental pieces were measured in millimeters, both of the initial radiographs, as of the finals, after this, it was compared if it existed or not of differences in the length of the teeth before treatment and once the orthodontic treatment was finished, determining thus, if it existed or not, an external root reabsorption. The results obtained from this analysis helped to conclude that 81.76% of the pieces suffered reabsorption and grades 1, 2 and 3 were the most frequent. Grade 4 was detected in only two pieces. There was no reabsorption (grade 0) in 18.24% of the pieces (n = 135). In addition, it was determined that the degrees of reabsorption between the upper pieces with respect to the lower pieces were in different proportions. The differences was significant.

**Key words:** Root reabsorption, pathology, orthodontics.

### 3. INTRODUCCIÓN

Ante la presencia de varias creencias sobre la reabsorción radicular externa a través de la historia del ser humano, apareció la preocupación de los especialistas en ortodoncia sobre la posibilidad de prevenir o tratar la reabsorción radicular externa posterior a un tratamiento de ortodoncia.

Es necesario recordar que la reabsorción radicular es un proceso fisiológico en la dentición temporal, que parece estar estimulada por fuerzas generadas por la propia erupción de los dientes permanentes, el aumento de las fuerzas de masticación implícitas en el proceso de crecimiento y la presencia de un potencial de reabsorción inherente a la estructura de los dientes primarios (Moradas & Álvarez, 2017). Cuando la reabsorción radicular se presenta en la dentición permanente se considera una alteración, de acuerdo a su localización puede ser interna o externa, y estas pueden tener entre sus causas la utilización de aparatología ortodóncica (Berrocal, 2011).

Aunque el tratamiento ortodóntico ha tenido un gran auge en las nuevas generaciones, debido a las consideraciones estéticas y funcionales que conlleva el mismo, lo que la mayoría de personas o pacientes ignoran son los efectos adversos, entre ellos, la ya mencionada reabsorción radicular externa, la cual se caracteriza por presentar una disminución en la longitud del diente, debido a la aplicación de fuerzas excesivas y que en ocasiones se pueden evitar o por lo menos disminuir dichos efectos, siendo una complicación del tratamiento ortodóntico que recientemente despierta un mayor interés debido a sus implicaciones medicolegales (Vaquero, Perea, Labajo, Santiago, & García, 2011).

La incidencia de la reabsorción apical externa ha sido asociada a diferentes factores: trauma dental, infección bacteriana, presión generada por dientes ectópicos, carga oclusal excesiva, incremento en la movilidad dental debido a la pérdida del hueso periodontal; sin embargo, la causa más común en las sociedades occidentales es el movimiento ortodóncico de los dientes. Como consecuencia, la reabsorción de la raíz apical externa puede presentar serias condiciones iatrogénicas, y puede ser un iniciador de un litigio por mala práctica dental, en la mayoría de los pacientes, la cantidad de reducción de la raíz en el tratamiento ortodóncico es mínima.

Según Echave & Argote (2002) graves reabsorciones no son muy frecuentes, además Linge y Linge encontraron una pérdida de longitud de la raíz que excedía 4 mm en 2,3% de los dientes, en 1% de las reabsorciones dentales se observó que excedían la mitad de la longitud de la raíz; por el contrario, se estimó que el 5% de los pacientes tratados con aparatos fijos experimentarían más de 5 mm de acortamiento de la raíz, determinando que a pesar de los riesgos hay que evaluar el factor riesgo-beneficio ya que los resultados beneficiosos en la estética y la función que se consiguen con la corrección ortodóncica son muy considerables.

La reabsorción radicular es un problema que, tanto los odontólogos de práctica general, así como los especialistas, enfrentan durante su práctica profesional por lo que resulta de vital importancia conocer este proceso desde su etiología, etiopatogenia, clasificación, distintos métodos de medición y evaluación, así como los factores que se llegan a asociar a esta patología con el fin de prevenirla, evitarla o tratarla.

El diagnóstico de la condición se realiza radiográficamente y su presencia puede hacer necesarios cambios en los objetivos y la duración del tratamiento, así como la suspensión temporal de la aplicación de fuerzas para favorecer la reparación de las lesiones. También



hay que realizar controles luego del tratamiento, con el fin de verificar que el proceso no continúe avanzando (Berrocal, 2011).

El presente trabajo e información fue realizado con el único propósito de entregar un aporte valioso a nivel académico, cultural, social y científico; exponiendo a la comunidad lojana todo lo que implica un tratamiento de ortodoncia, exponer todos los parámetros implicados en las causas de perdida radicular ya que el tratamiento de ortodoncia conlleva, en cierta medida, un riesgo biológico asumible que en ciertas instancias puede dar lugar a la aparición de reabsorciones radiculares secundarias al mismo.

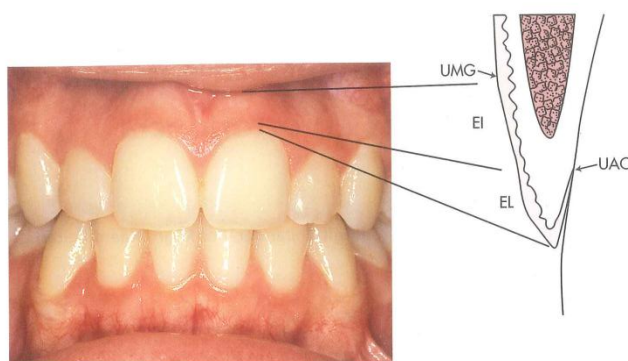
## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### CAPÍTULO I

#### 1.1. Tejidos de soporte dentario

El tratamiento ortodóntico implica el uso y control de fuerzas que actúan sobre los dientes y demás estructuras asociadas. Los principales cambios derivados de dichas fuerzas se observan dentro del sistema dentoalveolar, aunque otras estructuras como las suturas y la zona de la articulación temporomandibular (ATM), también pueden verse influenciadas (Graber & Vanarsdall, 2013).

**1.1.1. Encía.** En la encía se diferencian la encía libre y la encía insertada (**fig. 1**). En una encía clínicamente sana, la encía libre se encuentra en íntimo contacto con la superficie del esmalte, y su margen se localiza de 0,5 a 2 mm coronal a la unión amelocementaria, una vez completada la erupción dentaria. La encía insertada se fija firmemente al hueso alveolar y cemento subyacentes mediante fibras de tejido conjuntivo y por tanto tiene en comparación, escasa movilidad, respecto al tejido subyacente; esta última se extiende apicalmente hacia la unión mucogingival, donde se continua con la mucosa alveolar, que esta unidad de forma laxa al hueso adyacente (Graber & Vanarsdall, 2013).



**Figura 1.** Anatomía macroscópica de la encía. Encía libre (EL), encía insertada (EI), unión mucogingival (UMG), unión amelocementaria (UAC)

**Fuente:** (Graber & Vanarsdall, 2013)

**1.1.2. Ligamento Periodontal.** Guercio de Dinatale (2001) manifiesta que cada diente se encuentra fijado al hueso alveolar y separado del alvéolo adyacente por una estructura colagenosa de sujeción: el ligamento periodontal (LPD). Su principal componente es una red de fibras de colágeno paralelas que se insertan en el cemento de la superficie radicular y en la lámina dura del hueso; el colágeno del ligamento se remodela y renueva constantemente durante la función normal. Además el LPD presenta otros dos componentes de gran importancia: 1) elementos celulares, que incluyen células mesenquimatosas en forma de fibroblastos y osteoblastos, así como elementos vasculares y neurales, y 2) los líquidos hísticos. Ambos componentes juegan un papel importante en la función normal y posibilitan los movimientos ortodóncicos de los dientes.

Estudios experimentales demuestran que al cabo de pocas horas de aplicar una fuerza ligera, se inician una serie de cambios químicos que consisten básicamente en un aumento de mediadores celulares, segundos mensajeros, como es el caso del AMPc (adenosín monofosfato cíclico), el cual interviene en gran cantidad de funciones celulares, como es la diferenciación celular que ocurre luego de aproximadamente 4 horas de mantener la presión (Guercio de Dinatale, 2001).

Para que el ligamento periodontal (LPD) pueda ofrecer una óptima resistencia a la compresión, es básico que la encía insertada permanezca sana; en este aspecto, la función gingival desde el punto de vista de la oclusión, es mucho más importante de lo que se piensa. El epitelio sella los tejidos periodontales internos de la cavidad oral; y, por otro lado, las fibras supracrestales mantienen la integridad de la arcada. Este conjunto de fibras la constituyen las fibras gingivales, las fibras transeptales y las fibras crestodentales. El mecanismo por el cual esta red de fibras, mantiene la integridad de la arcada dentaria se explica por el denso entramado y la configuración ondulante de los filamentos colágenos, que unen las áreas cervicales de los dientes, la encía insertada y la cresta del hueso

alveolar. Esta configuración, mantiene los contactos interproximales de las piezas dentarias, cuando se abrasionan las áreas de contacto. Conforme esto suceda, los dientes tenderán a inclinarse los unos contra los otros con el objetivo de mantener el contacto. Este mecanismo de desplazamiento proximal, sumado al movimiento fisiológico eruptivo de los dientes, proporciona la importante función de mantener la oclusión y proteger al periodonto. De esta manera, la red de fibras supracrestales contribuyen a soportar la integridad de la arcada, manteniendo la posición relativa de las piezas dentarias entre sí con una movilidad fisiológica, en la que el LPD responderá favorablemente con una biomecánica positiva manteniendo a los dientes dentro de una posición estable (Ramos, 2013).

Estudios que han realizado mediciones respecto al cambio en la posición de los dientes frente a fuerzas ortodónticas, han señalado que, frente a una fuerza, se produce un cambio inicial e inmediato en la posición de los dientes, y que esto puede ser facilitado por una rápida recolocación de fluidos, posiblemente debido al alta “porosidad” del LPD. Esto concuerda con lo que se menciona en recientes investigaciones al señalar que los fluidos del LPD, pueden cumplir una función importante no solo para la amortiguación, sino en la transmisión de las fuerzas que actúan sobre los dientes (Moreno, Covarrubias, & García, 2016).

Existen teorías que explican el mecanismo por la cual las fuerzas que proporciona la ortodoncia producen el movimiento de las piezas dentarias entre las que destacan:

- Teoría de la presión-tensión, basada en el trabajo de (Sandstedt 1904 y Oppenheim 1911). Establece que el hueso que se opone al movimiento tendrá que resorberse para permitir el desplazamiento dentario, mientras que, en el lado opuesto, la tensión de las fibras periodontales, originará el depósito de hueso sobre la superficie dentaria del hueso alveolar.

- Mecanismo hidrostático del ligamento periodontal (Davidovitch y cols 1988)
- Teoría de piezoelectricidad. Esta teoría bioeléctrica atribuye en parte el movimiento dental a cambios en el metabolismo óseo controlados por señales eléctricas que se generan cuando el hueso alveolar se flexiona y deforma.

En todas estas teorías la aparición de mediadores químicos en el proceso de la aplicación de las fuerzas sobre el diente y tejidos periodontales juegan un papel importante en la activación celular del remodelado óseo. Estas teorías no son incompatibles ni mutuamente excluyentes. Desde el punto de vista actual, parece ser que estos mecanismos pueden intervenir en el control biológico del movimiento dental (Moreno, Covarrubias, & García, 2016).

**1.1.3. Hueso alveolar.** El hueso alveolar rodea el diente a un nivel aproximadamente de 1mm apical a la unión amelocementaria. Esta parte del hueso alveolar que cubre la apófisis alveolar se denomina lámina dura, y es un hueso cortical. Las fibras principales del ligamento periodontal quedan incluidas en el hueso alveolar que también se denomina hueso fasciculado; este hueso alveolar se renueva constantemente en respuesta a las demandas funcionales. Las células responsables del proceso de remodelado son los osteoblastos formadores de hueso, los osteoclastos (Graber & Vanarsdall, 2013).

## **1.2. Migración fisiológica de los dientes**

La erupción dentaria hasta alcanzar los contactos oclusales es un acontecimiento que solo cubre un cierto período de tiempo en la vida, pero en ocasiones, los dientes incluidos, que se sitúan en posición horizontal dentro del hueso esponjoso, puede seguir desplazándose durante mucho tiempo y gran distancia. Al contrario que en el período de erupción relativamente corto, los dientes y sus tejidos de soporte tienen la capacidad de adaptarse a las demandas funcionales durante toda la vida, y de este modo se desplazan a

través de la apófisis alveolar, fenómeno que se ha denominado migración dentaria fisiológica.

Se conoce bien clínicamente que cualquier cambio en el equilibrio de presiones oclusales, como la pérdida de dientes adyacentes o antagonistas, puede inducir un mayor movimiento dentario.

Según Graber & Vanarsdall (2013) la reacción tisular que se produce durante la migración dentaria fisiológica es una función normal de los tejidos de soporte. Cuando los dientes migran, llevan consigo el sistema de fibras supraalveolares. Dichos movimientos implican la remodelación del ligamento periodontal y el hueso alveolar. La tasa de recambio del LPD no es uniforme por todo el ligamento, de modo que son más activas las células situadas en el lado óseo que las cercanas al cemento radicular; de este modo la remodelación tiene lugar cerca del hueso alveolar.

### **1.3. Migración ortodóntica de los dientes**

No existen diferencias significativas entre las reacciones tisulares observadas en la migración dentaria fisiológica y la de los movimientos ortodónticos de los dientes; sin embargo, puesto que los dientes se desplazan de forma más rápida durante el tratamiento, los cambios tisulares desencadenados son más significativos y amplios.

Graber & Vanarsdall (2013) manifiesta que las evidencias muestran que las fibras de colágeno del ligamento periodontal y la encía unen el diente a la apófisis alveolar. Además, la sustancia fundamental, los fluidos tisulares, la circulación sanguínea y la linfática sirven claramente como mecanismos de amortiguación, al proteger a los dientes de las cargas funcionales.

## CAPÍTULO II

### 2.1. Fuerza y movimiento dental

En un tratamiento de ortodoncia se aplican conocimientos básicos de física y biomecánica con el fin de diseñar mecanismos eficientes, que permitan la aplicación de sistemas de fuerzas a los dientes, para así producir movimientos finos, que deben ser predecibles por el ortodoncista. Antes de inmiscuirnos en la relación de la fuerza y el movimiento dental es importante entender el fenómeno biológico que hace posible este movimiento, para así determinar posibles variables que puedan afectar. Además, el conocimiento de los mecanismos biológicos involucrados en la respuesta al movimiento ortodóncico permitirá, diseñar nuevos tratamientos que eviten la reabsorción radicular y controlen la estabilidad de los resultados (Uribe, 2010).

Así mismo Uribe (2010) señala que el movimiento ortodóncico es inducido por estímulos mecánicos y es facilitado por la remodelación del ligamento periodontal y del hueso alveolar. La deflexión del hueso alveolar activa una cascada de eventos biológicos y moleculares en la matriz extracelular, la membrana celular, el citoesqueleto, la matriz de proteínas nucleares y el genoma.

### 2.2. Células involucradas en el movimiento dental

Las células que se encuentran en el reservorio del ligamento periodontal tienen la capacidad de mantener y regenerar tres tejidos diferentes al mismo tiempo: el ligamento periodontal propiamente dicho, el hueso alveolar y el cemento. Por dicha razón contiene fibroblastos, macrófagos, células mesenquimatosas, cementoblastos y cementoclastos, osteoblastos, restos epiteliales de Malassez y otros elementos como células endoteliales y neurales (Uribe, 2010).

**2.2.1. El fibroblasto.** Estas células están representadas por una población heterogénea de células que participan en el mantenimiento y la reparación del tejido del ligamento y de los tejidos duros adyacentes a este; además juegan un papel fundamental en la remodelación ósea que se produce después de la aplicación de una fuerza ortodóncica. Los fibroblastos también participan en el movimiento dental fisiológico. También responden a la fuerza modificando la síntesis de proteínas de la matriz extracelular (MEC).

**2.2.2. Cementoblastos.** Es la célula formadora de cemento y tiene periodos de actividad y reposos. Tiene organelas necesarias para la síntesis y exportación de proteínas; su membrana celular tiene receptores para el factor de crecimiento epidermal (EGF) y para la hormona de crecimiento. Esta célula participa de la remodelación del cemento radicular sometido a fuerzas ortodóncicas.

**2.2.3. El osteoblasto.** Los osteoblastos del ligamento periodontal difieren de los del resto el cuerpo en que permanecen activos por un periodo de 20 días y no de 10 días, como ocurre en los otros tejidos. Recientemente se han identificado dos moléculas de señalización de los osteoblastos: la osteoprotegerina (OPG) y su ligando (OPGL). Y el RANK y su ligando (RANKL). Ambas moléculas tienen la capacidad de inhibir y estimular, respectivamente, la diferenciación osteoclástica.

Existe fuerte evidencia científica que sugiere que la OPG y el RANKL, producidas por las células del ligamento periodontal y por los osteoblastos, juegan un papel fundamental en la reabsorción y neoformación de tejidos, que se presenta en la unidad dentoalveolar después de aplicar una fuerza ortodóncica (Uribe, 2010).

**2.2.4. El osteoclasto.** Aunque ha sido extremadamente difícil entender cómo se originan estas células después de aplicar una fuerza ortodóncica, se sabe, que esta célula,



en particular, sintetiza sustancias que producen desmineralización y son responsables de la degradación de los componentes orgánicos e inorgánicos de la matriz ósea, participan en procesos fisiológicos importantes como el remodelado óseo y facilitan la erupción dental. Cuando termina el proceso de reabsorción, desaparece por el fenómeno de apoptosis. Generalmente, los osteoblastos del ligamento periodontal son los que responden al estímulo hormonal y a las fuerzas ortodóncicas dirigiendo los osteoclastos hacia los sitios de reabsorción ósea.

**2.2.5. Células progenitoras.** Permiten la formación de células nuevas, necesarias en los procesos de reparación tisular. Pueden transformarse fácilmente en osteoclastos, osteoblastos o fibroblastos dependiendo de la necesidad local del tejido. El número de células progenitoras aumenta exponencialmente bajo el estímulo mecánico de la fuerza ortodóncica.

En la actualidad se estudia ampliamente el potencial de las células madre contenida en el ligamento periodontal para el tratamiento de la enfermedad de la enfermedad periodontal y de la reabsorción radicular producida por la fuerza ortodóncica y ya existen resultados positivos que demuestran la posibilidad de reparar el ligamento y el cemento de la raíz de los dientes a partir de estas células (Uribe, 2010).

### **2.3. Mecanismos de acción que permiten la respuesta celular**

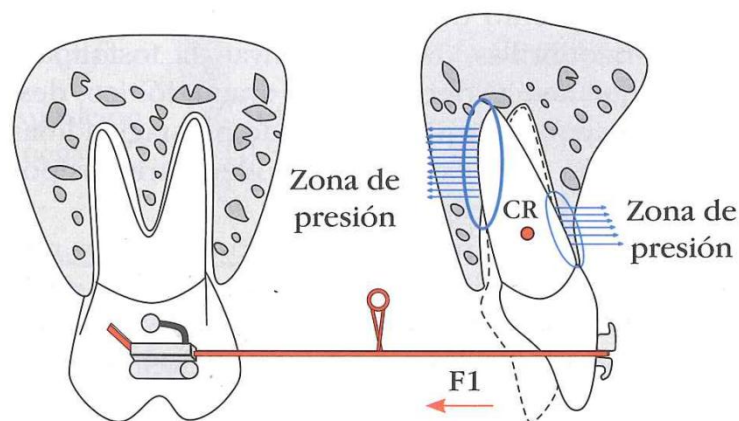
La remodelación de los tejidos de soporte y del ligamento periodontal son procesos mediados por células que requieren un incremento en su actividad, asistencia y renovación. Estos pueden ser suministrados por proliferación de células locales y por otras que migran desde la microvasculatura a los sitios de actividad. Las fuerzas externas ortodóncicas inducen un aumento en la actividad mitótica de los fibroblastos, los osteoclastos, los

osteoblastos y células madre del ligamento periodontal hacia el hueso alveolar (Uribe, 2010).

La proliferación celular se produce, inicialmente, en el lado de tensión y después en el lado de presión del ligamento, como respuesta a una fuerza ortodóncica. Una vez que las células cumplen su función, sufren un proceso de apoptosis, que ocurre aproximadamente 28 días después de haber aplicado la fuerza. Las formas en que estas fuerzas mecánicas producen las diferentes reacciones celulares capaces de producir movimiento se explican mediante diferentes teorías.

**2.3.1. Teoría de flujo sanguíneo.** Esta teoría se basa en la localización de áreas de tensión y presión que dan lugar a respuestas bioquímicas diversas de las células en actividad y de los componentes extracelulares del ligamento periodontal y del hueso alveolar, que se traducen en aposición y reabsorción del hueso.

**2.3.1.1. Área de presión.** mientras se produce el movimiento ortodóncico; el ligamento periodontal, las células, los vasos y fluidos que lo comprimen, se generan sitios de hipoxia y se producen cambios en el metabolismo óseo (**Fig. 2**).

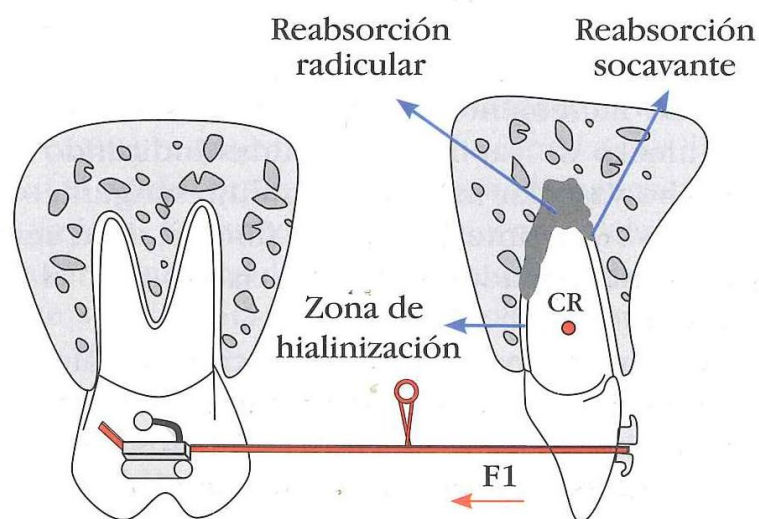


Rotación no controlada del incisivo

**Figura 2.** Áreas de presión en un movimiento dental no controlado de un incisivo central maxilar.  
Fuente: Uribe (2010)

**2.3.1.2. La hialinización.** Es una zona de necrosis estéril con disminución en el número de células y el colapso de los vasos sanguíneos que se produce en el ligamento periodontal cuando se aplican fuerzas altas que pueden producir daño permanente. El tejido cristalino que resulta es acelular y avascular e impide que continúe, de manera normal, el movimiento dental, hasta que el tejido hialino sea retirado por los macrófagos y sea de nuevo revascularizado por un proceso de angiogénesis.

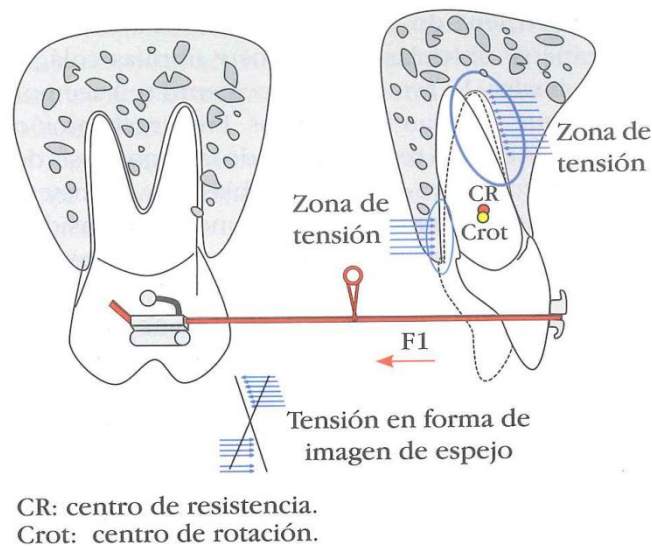
Se ha podido establecer que el fenómeno de hialinización no depende exclusivamente de la magnitud de la fuerza, sino también de la respuesta biológica del individuo, del ritmo circadiano y del metabolismo óseo por sí mismo. Si se retira la fuerza, la zona hialina se remodela entre tres y cinco días, aproximadamente, y el espacio del ligamento periodontal adquiere de nuevo su anchura normal. Si la fuerza persistiese y la zona no se remodela, existiría un daño permanente en el ligamento periodontal (**Fig.3**)



**Figura 3.** Daño permanente de la raíz de un incisivo central maxilar producido por fuerzas ortodóncicas excesivas

Fuente: Uribe (2010)

**2.3.1.3. Área de tensión.** En esta zona las fibras del ligamento periodontal se elongan y los fibroblastos son los encargados de remodelar el hueso alveolar en condiciones de normalidad. Se dilatan los vasos sanguíneos, aumenta el nivel de oxígeno y disminuye el número de fibras. La remodelación se produce por la acción de macrófagos y la aposición de hueso nuevo (**Fig. 4**)



**Figura 4.** Áreas de tensión, en imagen de espejo, en un movimiento de inclinación no controlado de un incisivo

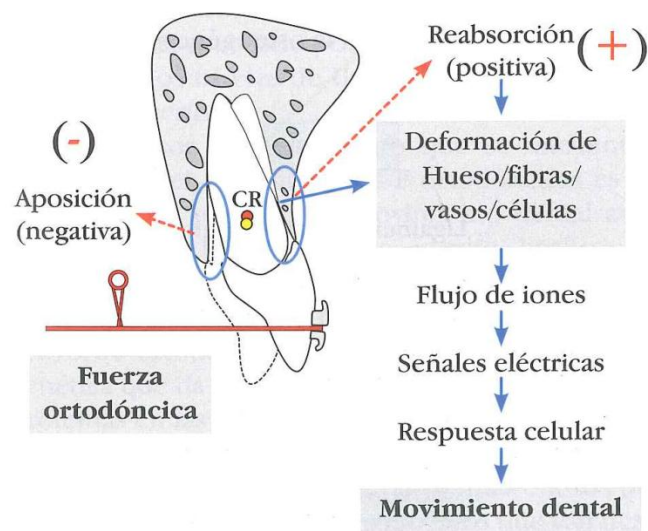
**Fuente:** Uribe (2010)

Después de las primeras 16 horas de aplicada la fuerza se nota una respuesta osteogénica en la zona de tensión, se aumenta la actividad en todo el ciclo celular, especialmente en la división de células similares a los fibroblastos que son los preosteoblastos que luego se diferencian en osteoblastos y empiezan a formar hueso nuevo entre las 40 y 48 horas (Uribe, 2010).

**2.3.2. Teoría bioeléctrica.** El ligamento periodontal es un sistema hidrostático y las fuerzas que se aplican sobre él se distribuyen igualmente en todo el sistema. La distorsión mecánica en las matrices óseas genera cargas eléctricas que interactúan y estimulan las membranas para así producir una respuesta. Cuando se produce una fuerza ortodóncica, las

zonas caracterizadas por actividad osteoblástica o de aposición se cargan en forma negativa y las zonas de actividad osteoclástica o de reabsorción en forma positiva.

La membrana celular representa la interfase entre el estímulo externo que bien puede ser mecánico o eléctrico y la respuesta celular específica. Es probable que las señales eléctricas influyan en los receptores de membrana, la permeabilidad de la membrana o en ambos. Las señales piezoeléctricas iniciales que se generan por la deformación ósea estimulan la despolarización de las membranas celulares del hueso alveolar y del ligamento periodontal provocando una cascada de respuestas que participan en el movimiento dentario (**Fig. 5**) (Uribe, 2010).

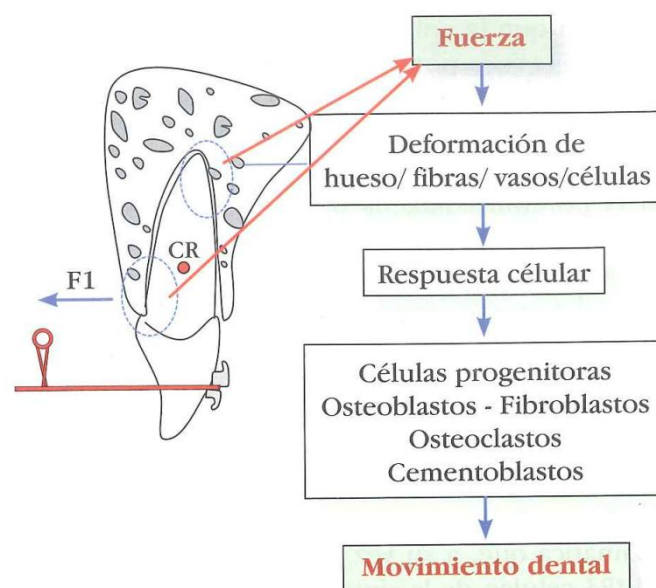


**Figura 5.** Secuencia de eventos biológicos en la teoría bioeléctrica.  
Fuente: Uribe (2010)

**2.3.3. Teoría de la oclusión vascular.** La presión que produce el flujo sanguíneo en el ligamento periodontal es la que desencadena el movimiento dental. La respuesta inicial de la compresión biomecánica y la expansión del tejido periodontal es la liberación de neuropéptidos vasoactivos por la estimulación sensorial de las terminaciones nerviosas. La carga mecánica induce un incremento en el número y tamaño de las fenestraciones, permitiendo extravasación de los leucocitos hacia el tejido intersticial, quien es la mayor

fuerza de variedad de citosinas que activan las células osteogénicas, iniciando así el remodelado óseo y el movimiento dental (Uribe, 2010).

**2.3.4. Teoría de la respuesta inflamatoria.** La inflamatoria es una respuesta local del huésped a una injuria en el tejido, producida por estímulos mecánicos y químicos. Se caracteriza por eventos celulares y vasculares que regulan la respuesta biológica como la que se presenta después de aplicar una fuerza a un diente (**Fig. 6**) (Uribe, 2010).



CR: centro de resistencia.

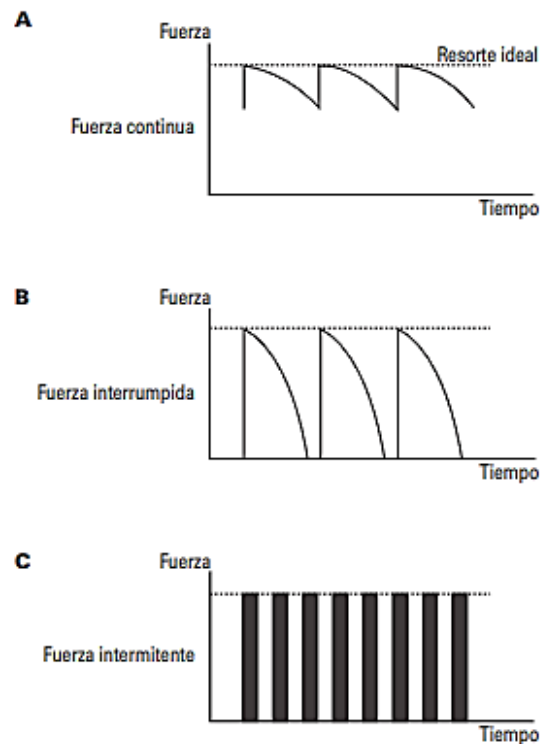
**Figura 6.** Eventos celulares que regulan la respuesta biológica para que el diente se mueva.  
Fuente: Uribe (2010)

## 2.4. Fuerza

**2.4.1. Tipos de fuerzas.** Reitan describió tres fuerzas típicas usadas en ortodoncia (**Fig. 7**) Según su definición, una fuerza continua es una fuerza que a pesar de ir disminuyendo, no llega a cero entre las reactivaciones.

Si la fuerza llegase a cero entre las reactivaciones, esto se llamaría una fuerza interrumpida. En cambio una fuerza intermitente muestra un principio on-off.

Las fuerzas constantes causan, considerablemente, más reabsorción en la raíz, que las fuerzas intermitente. (Weiland, 2010)

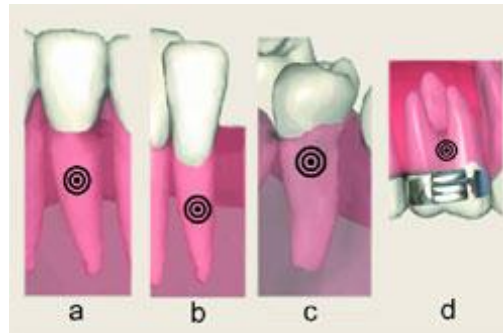


**Figura 7.** Características de las fuerzas típicas usadas en ortodoncia según Reitan.

**A:** fuerza continua es una fuerza que, a pesar de ir disminuyendo, esta no llega a cero entre las reactivaciones. La fuerza ideal para los alambres debería ser constante en el tiempo, independientemente de la cantidad de movimiento producido. **B:** fuerzas interrumpidas disminuyen a cero entre las reactivaciones. **C:** fuerzas intermitentes son típicas para aparatos de tracción extraoral: la fuerza disminuye si el aparato es removido.

**Fuente:** Weiland (2010)

**2.4.1.1. Centro de resistencia.** Es el punto de un cuerpo (diente) sobre el que una fuerza única producirá traslación, sin inclinación. El centro de resistencia de un diente no es identificable con facilidad; no obstante, los estudios analíticos determinaron que el centro de resistencia para dientes unirradiculares, con nivel normal del hueso alveolar, se sitúa entre  $1/4$  y  $1/3$  de la distancia desde la unión amelocementaria hasta el ápice. Para los dientes multirradiculares está aproximadamente 1 o 2 mm apical de la bifurcación o trifurcación (**Fig. 8**).

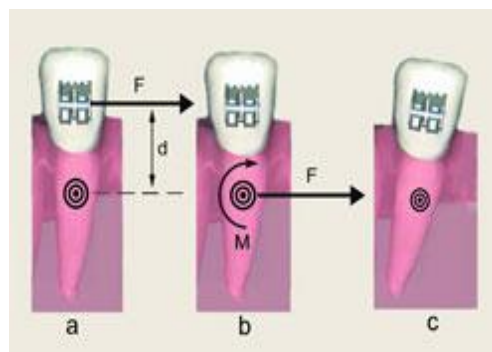


**Figura 8.** Ubicación del centro de resistencia a) diente normal; b) centro de resistencia desplazado hacia apical a causa de la disminución ósea; c) con acortamiento radicular; d) diente multirradicular

**Fuente:** (Olmos, Olmos, Olmos, & Cobo, 2010)

Representaremos las fuerzas aplicadas en ortodoncia mediante vectores. Un vector quedará definido por su magnitud, línea de acción, sentido y punto de aplicación. Nos interesará conocer, cuando actúan varias fuerzas, la resultante y su línea de acción. La determinación cuantitativa de las resultantes requiere cálculos trigonométricos (Olmos, Olmos, Olmos, & Cobo, 2010).

**2.4.1.2. Momento de una fuerza.** Generalmente la aplicación de la fuerza no se produce a través del centro de resistencia del diente, con lo que se provoca un momento de fuerza, que además del movimiento lineal, también produce un movimiento rotacional o de inclinación. El valor del momento de fuerzas, es el producto de la magnitud esa fuerza ( $F$ ) por la distancia ( $d$ ) perpendicular de la línea de acción hasta el centro de resistencia del diente (**Fig. 9**).



**Figura 9.** Momento de una fuerza. a) La fuerza  $F$  aplicada no pasa por el centro de resistencia por lo que se produce un momento de fuerza. b) Resultante en el centro de resistencia. c) Como resultado provocamos una inclinación no deseada además de un movimiento lineal

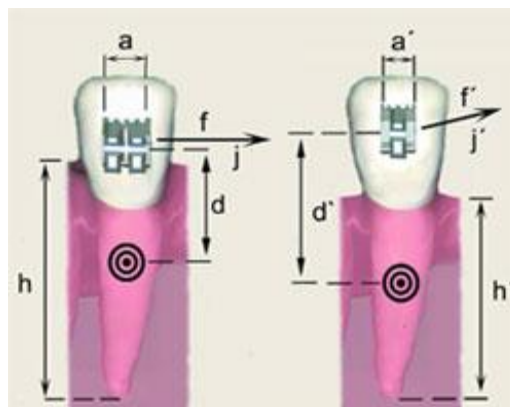
**Fuente:** (Olmos, et. al, 2010)



Para desarrollar aparatos efectivos y eficaces, es necesario determinar el momento de la fuerza, es decir, tener en consideración la fuerza y la distancia. De esta manera el clínico puede obtener los sistemas de fuerzas deseados, manipulando la magnitud de la fuerza o la distancia a la que actúa la fuerza respecto al centro de resistencia. La aplicación de fuerzas en el bracket (alambres, resortes y elásticos) genera también el momento de una fuerza; este momento es igual a la magnitud de la fuerza, multiplicada por la distancia desde el punto de aplicación hasta el centro de resistencia. El sistema de fuerzas resultante describe el movimiento esperado del diente (Olmos, et al., 2010).

**2.4.1.3. Movimiento de traslación.** También se conoce como movimiento “en masa” o traslación pura. La traslación de un diente, ocurre cuando el ápice radicular y la corona se desplazan igual distancia y en la misma dirección horizontal. La resultante de la fuerza aplicada pasará por el centro de resistencia y el centro de rotación se localiza en el infinito.

Donde esté situado el centro de rotación, dependerá de la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia (**Fig. 10**), es decir:



**Figura 10.** Factores que determinan la ubicación del centro de rotación

**Fuente:** (Olmos, et. al, 2010)

- De la posición de bracket respecto al centro de resistencia ( $d$ ,  $d'$ ).
- De la longitud de la ranura de bracket ( $a$ ,  $a'$ ).

- De la resistencia de las estructuras periodontales ( $h, h'$ ).
- De la magnitud de la fuerza aplicada ( $f, f'$ ).
- De la dirección de la línea de acción de la fuerza ( $j, j'$ ).

Para contrarrestar la tendencia a la rotación, producida por una fuerza lineal aplicada sobre el bracket, es decir, para contrarrestar su momento, tendremos que incluir en el sistema un par de fuerzas cuyo momento sea igual, pero dirección contraria de la fuerza (Olmos, et al., 2010).

## CAPÍTULO III

### **3.1. Fisiología, metabolismo y biomecánica del hueso en la práctica ortodóncica.**

Los mediadores fisiológicos de la terapia ortodóncica son las suturas faciales, la articulación temporomandibular (ATM), el hueso alveolar y LPD. La terapia clínica es una combinación de ortodoncia (movimiento dentario) y ortopedia (relacionada con la recolocación de los huesos). La respuesta biomecánica depende de la magnitud, dirección y frecuencia de la carga aplicada.

En su conjunto, los huesos son esenciales para el desplazamiento, el soporte frente a la gravedad, y para funciones de mantenimiento vital, como la masticación. La adaptación mecánica del hueso es la base fisiológica de la ortodoncia y de la ortopedia dentofacial. Es esencial un conocimiento detallado de la naturaleza dinámica de la fisiología y biomecánica óseas para iluminar la práctica clínica (Graber & Vanarsdall, 2013).

### **3.2. Osteología diferencial del maxilar y la mandíbula**

Aunque se apliquen cargas funcionales similares y opuestas sobre el maxilar y la mandíbula, el maxilar transfiere las tensiones a todo el cráneo, mientras que la mandíbula debe absorber toda la carga. Como consecuencia de este fenómeno, la mandíbula es mucho más fuerte y rígida que el maxilar.

Graber & Vanarsdall (2013) manifiesta “El maxilar presenta unas corticales relativamente delgadas, que están interconectadas por una red de trabéculas. Por otro lado, la mandíbula tiene corticales gruesas y trabéculas orientadas de forma más radial”.

### **3.3.ATM: Respuesta de la articulación temporomandibular a las fuerzas ortopédicas.**

Debido a que se observan procesos de remodelación en todos los componentes de la articulación, de forma más evidente en las edades más tempranas, se ha especulado acerca de si la ATM respondería a los estímulos ortodóncicos procedentes de los aparatos funcionales y ortopédicos, y así influir en el crecimiento de la mandíbula. Estudios en monos han demostrado que la ATM es capaz de adaptarse funcionalmente cuando la mandíbula se desplaza *hacia adelante*. Se observó una hipertrofia e hiperplasia de las capas precondroblástica y condroblástica del cartílago condilar, con una rápida formación del hueso en la cabeza del cóndilo. El depósito de nuevo hueso también se produjo a lo largo de la superficie anterior del tubérculo posglenoideo. Sin embargo, después de 10 semanas aproximadamente, ya no era evidente la proliferación generalizada del cartílago articular, lo que indica que el remodelado esencial había finalizado (Graber & Vanarsdall, 2013).

### **3.4. Metabolismo Óseo**

Los ortodoncistas y los ortopedas dentofaciales manipulan el hueso. La respuesta biomecánica ante una función alterada y las cargas aplicadas dependen del estado metabólico del paciente. El metabolismo óseo es un aspecto importante de la medicina clínica, que se aplica directamente a la ortodoncia y a la ortopedia.

El sistema esquelético está compuesto por tejido mineralizado muy especializado, que presentan funciones estructurales y metabólicas. La manipulación biomecánica del hueso es la base fisiológica de la ortodoncia y la ortopedia facial, sin embargo, antes de abordar los aspectos dentofaciales, el ortodoncista debe evaluar el estado general del paciente. La ortodoncia es una terapia manipuladora de hueso, y un metabolismo favorable del calcio es

un aspecto sumamente importante. El hueso es el principal reservorio del calcio del organismo y cerca del 99% de dicho calcio se almacena en el esqueleto.

El mantenimiento de los niveles séricos de calcio a unos 10mg/dl es una función esencial de soporte vital (Graber & Vanarsdall, 2013).

### **3.5. Conservación de calcio**

La conservación del calcio es el aspecto del metabolismo óseo que implica la conservación de la masa esquelética. Un fracaso en la conservación del calcio debido a un problema o una combinación de problemas metabólicos y biomecánicos puede dejar a un paciente con una masa ósea inadecuada para la odontología reconstructiva, incluida la ortodoncia y la cirugía ortognática.

El riñón es el principal órgano de conservación de calcio en el organismo. A través de una compleja serie de funciones de excreción y de tipo endocrino, el riñón excreta el exceso de fosfato a la vez reduce el mínimo la pérdida de calcio. Un paciente con daño renal presenta con frecuencia un alto riesgo en procedimientos manipuladores de hueso, como los implantes endoóseos o la cirugía ortognática (Graber & Vanarsdall, 2013)

**Vitamina D.** Esta vitamina mantiene la homeostasis del calcio en los seres humanos. Es una hormona esteroide que tienen receptores específicos en muchos órganos y tejidos blanco. Junto con la PTH y la calcitonina, regula la cantidad de calcio y fósforo en el organismo humano, promueve la absorción intestinal de calcio y fósforo, también promueve la liberación de calcio del sistema esquelético hacia la circulación sanguínea. Recientes resultados indican que puede ser efectiva en el tratamiento de la osteoporosis, ósea que incrementa la masa ósea y por consiguiente reduce las fracturas en este tipo de

pacientes. Gracias a estos efectos benéficos sobre el tejido óseo, se podría asumir que este agente puede inhibir el movimiento ortodóntico dental (Mérida, 2011).

### **3.6. Biomecánica ósea**

El principal factor que determina las propiedades mecánicas del hueso, es la configuración del colágeno de la matriz; el hueso primario o no laminar cuenta con una matriz pobremente organizada que se forma rápidamente como respuesta a una agresión; en cambio, el hueso laminar tiene una matriz altamente organizada que se forma lentamente; las laminillas bien organizadas y compuestas de capas de colágeno alternas, proporcionan la resistencia y rigidez del hueso laminar. La adaptación ósea que permite el movimiento dental está controlada por una conjunción de señales metabólicas y mecánicas, donde en la gran mayoría de casos es la biomecánica la que controla los mecanismos de modelado y remodelado óseo. El modelado es un cambio en el tamaño o la forma de un hueso que se manifiesta como focos de reabsorción y formación ósea; mientras que el remodelado, consiste en el recambio del hueso existente. Cuando una pieza dentaria con un periodonto sano se desplaza, el modelado óseo mantiene la relación estructural entre la zona cervical, la encía y la cresta alveolar. Este proceso implica que el modelado alveolar se asocie al remodelado del hueso alveolar adyacente, de manera que se disminuye la densidad ósea en dirección del movimiento dental y se remodela el hueso relativamente inmaduro que se forma en la interfase del LPD. En consecuencia, sin estos mecanismos de modelado anabólico (formación), y catabólico (reabsorción), sería imposible permitir la adaptación del proceso alveolar a las cargas mecánicas tanto de carácter funcional, como terapéuticas (Ramos, 2013).

Durante el tratamiento ortodóntico debe tenerse en cuenta el tipo de hueso a través del cual se va desplazar el diente. Los movimientos dentarios en sentido mesial o distal

desplazan las raíces a través de la esponjosa del hueso alveolar. Cuando un diente se mueve hacia el alveolo en proceso de reorganización, resultante de la extracción reciente de un diente, la remodelación es rápida debido a la gran cantidad de células en diferenciación existentes y a la cantidad limitada de hueso a reabsorberse. Por el contrario, el movimiento de un diente en sentido vestibular o lingual, hacia las finas tablas corticales debe llevarse a cabo con sumo cuidado, en especial en pacientes adultos, para evitar complicaciones como la recesión marginal del hueso (Graber & Vanarsdall, 2013).

## CAPÍTULO IV

### 4.1. Reabsorción

La resorción o reabsorción es la pérdida de sustancia de cualquier tejido mineralizado del organismo (hueso, esmalte, dentina y cemento), mediada por sistemas celulares y humorales propios. La literatura nos menciona dos tipos de resorciones radiculares asociadas a los dientes: la resorción fisiológica y la patológica. La primera es un proceso que se manifiesta durante el recambio normal de los dientes primarios, las raíces de estos se reabsorben al moverse su sucesor permanente en dirección oclusal, la exfoliación del diente primario se produce al culminar la resorción de las raíces.

Con referencia a la resorción radicular patológica se define como una alteración regresiva de la estructura dental observada cuando el diente está sujeto a estímulos anormales, esta entidad se clasifica a su vez en externa o interna basándose la localización del proceso y en el origen de las células odontoclásticas (Flores, Salazar, Mollo, Tapia, & Velasco, 2016).

### 4.2. Reabsorción radicular y ortodoncia

La reabsorción radicular es la pérdida de tejido dental como resultado de la acción odontoclástica. De forma general, la podemos clasificar en interna y externa; sin embargo, existen muchos tipos y subdivisiones; aunque en el presente trabajo hablaremos de la reabsorción radicular externa como resultado del tratamiento ortodóncico.

Los dientes que presentan reabsorción son con frecuencia asintomáticos, por lo que su diagnóstico debe basarse en una correcta anamnesis, exploración clínica y examen radiográfico (Moya, Solano, & Solano, 2016).



La reabsorción radicular es considerada un proceso inflamatorio estéril y extremadamente complejo presentando magnitudes variables e impredecibles que podría resultar en un acortamiento del ápice radicular (**Fig. 11**) (Vaquero, Perea, Labajo, Santiago, & García, 2011).



*Figura 11. Reabsorción radicular por tratamiento ortodóncico*  
*Fuente:* Vaquero, Perea, Labajo, Santiago, & García, (2011)

La reabsorción radicular externa (RRE) es considerada un efecto colateral indeseable asociado a los movimientos ortodóncicos, que involucra diferentes factores de tipo biológico y mecánico.

Dentro de estos daños se incluye la pérdida de estructura radicular de las piezas dentales sometidas a las fuerzas Ortodóncicas; es más evidente en los pacientes a quienes se les aplican fuerzas pesadas, de larga duración y en direcciones desfavorables, o cuando el diente no es capaz de resistir las fuerzas normales, debido a un deterioro del sistema del apoyo; la reabsorción radicular causada por la ortodoncia es un proceso poco predecible que se da como una secuela indeseable en este tipo de tratamientos. Este acortamiento radicular puede presentarse durante el tratamiento o posterior a él y puede afectar la longevidad del diente (Uribe, 2010).

### **4.3. Etiología de la reabsorción radicular**

La etiología de la reabsorción radicular tiene dos fases: un estímulo y una reestimulación. En la primera fase, el estímulo afecta los tejidos no mineralizados, como el precemento y ligamento periodontal, que cubre la superficie externa de la raíz. Este estímulo puede ser de tipo químico (aplicación de peróxido de hidrógeno al 30% como blanqueador dental), patológico (por presión de quistes o tumores odontogénicos o la erupción ectópica los dientes) y de tipo mecánico (por ejemplo, después de un trauma dental, oclusión traumática o el tratamiento ortodóntico).

En la segunda fase, la continuación del proceso de reabsorción es dependiente de una estimulación continua o reestimulación de las células odontoclásticas por infección o presión (Uribe, 2010).

### **4.4. Factores que intervienen en la reabsorción radicular por estímulos mecánicos (ortodoncia).**

#### **4.4.1. Factores biológicos.** Berrocal (2011) señala los siguientes factores:

**4.4.1.1. Edad cronológica.** No se ha encontrado una relación clara entre la reabsorción radicular y la edad cronológica. Los tejidos involucrados en la reabsorción radicular cambian en la medida en que aumenta la edad, ya que pierden su capacidad regenerativa; no obstante, debido a que la capa de cemento se triplica durante la vida, este tejido puede llegar a ser más resistente con la edad a la reabsorción radicular.

**4.4.1.2. Edad dental.** En pacientes jóvenes, hay menos reabsorción que en los adultos, posiblemente por la presencia de tejido cementoide sobre la superficie radicular, ya que las

células clásticas no atacan la prementina no calcificada. Se ha señalado que los incisivos inferiores son los que tienen mayor riesgo de sufrir reabsorciones con la edad.

**4.4.1.3. Estado nutricional.** En pacientes con dietas deficientes de calcio y vitamina D se presenta un mayor porcentaje de casos con reabsorción radicular, aunque esto no es un factor determinante.

**4.4.1.4. Género.** La mayoría de los estudios niega una correlación entre la reabsorción radicular y el género, pero hay indicios que señalan a las mujeres como más susceptibles de sufrir reabsorción radicular, posiblemente por los cambios hormonales constantes.

**4.4.1.5. Raza.** La raza blanca y los hispanos parecen estar más predispuestos a padecer reabsorciones radiculares que los asiáticos; sin embargo, no existen reportes en la literatura sobre RRE en la raza negra.

**4.4.2. Factores farmacológicos.** Parece que el consumo de alcohol en adultos durante el tratamiento ortodóncico tiende a incrementar la reabsorción radicular, como consecuencia de la hidroxilación en el hígado de la vitamina D. Los corticoesteroides también están asociados a esta condición. Su efecto varía en función de las dosis administradas durante el tratamiento ortodóncico; a dosis altas (15 mg/Kg) los corticoesteroides promueven la reabsorción radicular, mientras que a dosis bajas de 1 mg/kg actúan como factor protector frente a su aparición (Berrocal, 2011).

**4.4.2.1. Estructura facial y dentoalveolar.** Al parecer cuanto mayor es la densidad del hueso alveolar, con más frecuencia se producen reabsorciones radiculares durante el tratamiento ortodóncico. Además, la estructura facial (caras largas) y la morfología dentoalveolar pueden facilitar el contacto de las raíces con la cortical ósea durante el desplazamiento dentario y aumentando de esta manera el riesgo de lesión radicular. Por

esta razón, es importante establecer los límites del hueso cortical mediante radiografías de perfil antes de comenzar el tratamiento ortodóncico, ya que, si la cresta alveolar es estrecha, la posibilidad de que se produzcan daños radiculares son mayores durante la retracción de los incisivos (Berrocal, 2011).

Así mismo Berrocal (2011) manifiesta los siguientes factores farmacológicos:

**4.4.2.2. Hábitos.** Se ha encontrado una relación entre la reabsorción radicular y los hábitos, como la onicofagia, la interposición lingual, la succión digital y la presión lingual, pues éstos ejercen una presión lingual constante contra los dientes anteriores y ocasionan una invasión de cementoclastos en las zonas traumatizadas, al tiempo que producen reabsorciones

**4.4.2.3. Morfología, tamaño y número dental.** En relación con el tamaño dental, las lesiones radiculares se producen más en dientes con la raíz inicialmente más corta. Aun así, los dientes con raíces largas requieren fuerzas más elevadas para su desplazamiento, por lo que son sometidos a un movimiento mayor durante la inclinación y el torque.

**4.4.2.4. Vitalidad dental.** La vitalidad dental y el color no cambian aun en casos de reabsorciones extensas. El movimiento ortodóncico puede causar alteraciones en el flujo sanguíneo pulpar y raramente la necrosis se asocia con la reabsorción radicular.

**4.4.2.5. Reabsorción radicular previa.** Las reabsorciones radiculares tanto internas como externas que existen antes del tratamiento ortodóncico (incluidas aquellas producidas por alteraciones eruptivas) se incrementan del 4% al 70% después de éste.

**4.4.2.6. Trauma dentoalveolar previo.** Los dientes que han sufrido traumas dentoalveolares leves, moderados o severos son más susceptibles de presentar RRE y una disminución de la vitalidad pulpar durante el tratamiento ortodóncico.

**4.4.2.7. Infecciones periapicales.** La existencia de quistes periapicales u otros procesos inflamatorios próximos a la superficie radicular antes del tratamiento ortodóncico facilitan el desarrollo de reabsorción radicular.

**4.4.3. Factores oclusales.** Se ha comprobado que las maloclusiones que se caracterizan por un exceso vertical y las mordidas abiertas, en general, tienden a presentar mayores índices de reabsorción radicular. Esta mayor frecuencia de reabsorciones en pacientes con mordida abierta parece estar relacionada con la presión constante ejercida por la lengua sobre los incisivos, lo que estimula a los cementoclastos produciendo lisis radicular (Berrocal, 2011)

**4.4.4. Factores sistémicos.** Según Uribe (2010) los siguientes factores agravan el fenómeno de reabsorción radicular:

- Problemas endocrinos como el hipotiroidismo, el hipopituitarismo y el hiperpituitarismo.
- El hiperparatiroidismo y la hipofosfatemia.

**4.4.5. Factores relativos al tratamiento ortodóncico.** Los factores que se han relacionado a la presencia de reabsorción radicular son la magnitud de la fuerza ortodóncica, la mecánica del tratamiento, la dirección del movimiento dental, el tipo de aparato y la duración del tratamiento (Uribe, 2010).

**4.4.5.1. Duración del tratamiento.** Fox, en el 2005, sugirió que los tratamientos prolongados pueden producir un aumento en la incidencia y la severidad de la reabsorción radicular (Uribe, 2010).

**4.4.5.2. Tipo de movimiento.** Todos los movimientos dentales en ortodoncia tienen un factor de riesgo cuando se relacionan con la reabsorción radicular externa. Se ha señalado, de forma errónea, a la intrusión como el más peligroso de ellos, pero, parece ser que el problema no radica en el movimiento como tal, sino en los sistemas de fuerzas que se emplean para hacerlo. Los movimientos de inclinación que son los más fáciles de hacer y que generan mayor estrés en el ligamento periodontal, sobre todo con aparatos removibles, son más dañinos que los movimientos en cuerpo, ya que estos últimos requieren más destreza y conocimiento de física y biomecánica (Uribe, 2010).

**4.4.5.3. Características de la fuerza.** Las fuerzas que superan la presión sanguínea de los capilares pueden desencadenar la aparición de reabsorciones radiculares. Las fuerzas ligeras e intermitentes se consideran las menos lesivas (Canut, 2000).

**4.4.5.4. Amplitud del movimiento.** La mayoría de estudios coinciden en que a mayor extensión del movimiento hay un mayor riesgo de sufrir reabsorción radicular externa (Uribe, 2010).

**4.4.5.5. Tipo de aparatología.** Los aparatos fijos presentan mayor riesgo debido a que la duración de las fuerzas que provocan es mayor que los removibles (Berrocal, 2011).

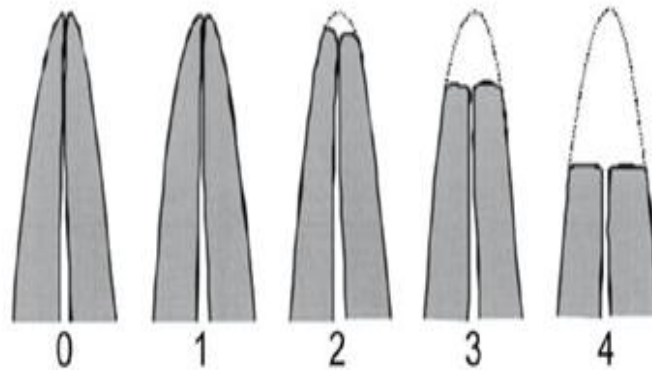
**Cuadro 1.** Sistematizado sobre los factores que intervienen en la reabsorción radicular por estímulos mecánicos.

<b>FACTORES DE RIESGO EN LA REABSORCIÓN RADICULAR Y EL TRATAMIENTO ORTODONTICO</b>	
<b>1. Factores biológicos</b>	
Factores genéticos Edad cronológica Edad dental Estado nutricional Género Raza Factores farmacológicos Estructura facial y dentoalveolar	Hábitos Morfología, tamaño y número dental Vitalidad dental Reabsorción radicular previa Trauma dentoalveolar previo Infecciones periapicales Factores oclusales
<b>2. Factores sistémicos</b>	
Hipotiroidismo Hipopituitarismo Hiperpituitarismo	Hiperparatiroidismo Hipofosfatemia
<b>3. Factores relativos al tratamiento ortodóntico</b>	
Duración del tratamiento Tipo de movimiento Características de la fuerza	Amplitud del movimiento Tipo de aparatología
<b>Fuente:</b> Elaborado en referencia a los autores Berrocal (2011), Canut (2000), Uribe (2010)	

#### **4.5. Clasificación de la reabsorción radicular.**

Malmgren y Levander. (1982) evaluaron radiográficamente los índices de reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóntico y establecieron una clasificación que abarca cuatro niveles de reabsorción 1= Reabsorción mínima (contorno apical irregular). 2= Reabsorción moderada ( $\leq 2$  mm). 3= Reabsorción severa (2 mm a 1/3 de la longitud de la raíz). 4= Reabsorción extrema ( $> 1/3$  raíz).

GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
Ausencia de reabsorción radicular	Longitud radicular normal y solo hay un cambio en el contorno	Reabsorción moderada. Pequeña área de la raíz es perdida con la exhibición del ápice	Reabsorción acentuada, pérdida hasta un tercio de la longitud de la raíz	Reabsorción extrema, pérdida de más de un tercio de la longitud de la raíz



*Figura 12. Escala de Levander y Malmgren*  
*Fuente: Levander y Malmgren*

#### 4.6. Vulnerabilidad dental específica a la reabsorción radicular

Según Uribe (2010) existe mayor susceptibilidad a sufrir RRE en los dientes maxilares que en los mandibulares, ya que los más afectados con este problema son: incisivos centrales maxilares, incisivos laterales maxilares, incisivos centrales mandibulares, raíz distal de los primeros molares mandibulares, segundos premolares mandibulares, segundos premolares maxilares.

#### 4.7. Evaluación de la reabsorción radicular

La valoración radiológica, aunque con limitaciones, es el medio más frecuente para diagnosticar el acortamiento apical de las piezas dentarias. El diagnóstico se basa en términos de comparación, con el uso de una radiografía pretratamiento y otra al final del



mismo y debe seguir, sea cual sea el medio radiológico adoptado, una metódica estandarizada (Echave & Argote, 2002).

Debido a que el único medio certero de diagnóstico es el radiológico se recomienda realizar controles cada seis o nueve meses mediante radiografías panorámicas o periapicales, con el objetivo de detectar de manera temprana las lesiones de reabsorción.

La radiografía periapical es la herramienta más utilizada para el diagnóstico de la reabsorción radicular en la mayoría de los estudios clínicos; sin embargo una mejor opción sería la utilización de radiografías panorámicas, ya que, este método tiene las ventajas de simplicidad y baja dosis de radiación, en comparación a las radiografías periapicales (Chumi, Burgos, & Barros, 2016)

#### **4.8. Pronóstico**

Normalmente se considera que el tratamiento de ortodoncia implica una reabsorción de 1 a 2 mm en los incisivos superiores, y se considera aceptable hasta 3 mm.

Los efectos indeseables de la reabsorción incluyen la movilidad dental y la pérdida de hueso alveolar de soporte, sin embargo, la movilidad dental es rara y aparece cuando la relación corona raíz es de 1 a 1. El pronóstico a largo plazo depende de esta relación y la pieza es más vulnerable cuando esta relación es menos favorable.

Si la reabsorción radicular luego del tratamiento ortodóncico provoca una longitud radicular de 9 mm o menos existe un riesgo de movilidad dental, este riesgo disminuye si la raíz remanente mide más de 9 mm y la pieza dental presenta un periodonto sano (Berrocal, 2011).

#### **4.9. Consideraciones antes del tratamiento.**

Antes de iniciar el tratamiento se debe informar al paciente del riesgo de reabsorción radicular y obtener la firma del consentimiento informado. En todos los pacientes se debe realizar una adecuada historia médica y odontológica para determinar antecedentes como diabetes, hipotiroidismo, ingesta de corticosteroides, presencia de hábitos como onicofagia, bruxismo o interposición labial o lingual.

Es muy importante evaluar cuidadosamente las radiografías identificando raíces de forma atípica, fracturas, lesiones periapicales, reabsorciones radiculares previas y focos inflamatorios (Bishara, 2003)

#### **4.10. Consideraciones durante el tratamiento**

Se recomienda incorporar la utilización de materiales hiperelásticos y aditamentos de baja fricción, emplear fuerzas ligeras e intermitentes y espaciar las activaciones de los arcos.

Es aconsejable prestar especial atención a los centrales y laterales superiores debido a su mayor susceptibilidad, con mayor razón si son sometidos a movimientos de intrusión o grandes desplazamientos (Varela, 2005).

Para controlar la reabsorción radicular apical asociada al tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos el procedimiento estándar es un examen radiográfico después de 6 meses de tratamiento. En los dientes con un riesgo mayor se recomienda un seguimiento cada tres meses (Berrocal, 2011).

#### **4.11. Consideraciones después del tratamiento**

En la mayoría de los casos las lesiones inician un proceso de reparación al retirar los aparatos, pero en los casos de lesiones muy severas y movimientos dañinos durante la masticación las lesiones pueden seguir progresando.

Para los dientes con reabsorción severa, el seguimiento radiográfico se recomienda hasta que la reabsorción radicular no sea evidente. Hay que señalar que la reparación del cemento o la terminación del proceso activo de reabsorción ocurren de forma natural después de la eliminación de bandas y brackets; en los casos extremos se recomienda la desvitalización de las piezas afectadas, y colocar hidróxido de calcio por períodos de tres meses hasta sustituirlo por gutapercha luego de un año. Esta técnica busca lograr la anquilosis de los dientes, lo cual puede ser de beneficio en los casos de gran movilidad.

Las secuelas de la reabsorción radicular asociada al tratamiento de ortodoncia no representan una amenaza a largo plazo para el paciente. Sin embargo se debe comprender que los efectos combinados de la reabsorción radicular y la pérdida de hueso en la cresta alveolar podrían tener secuelas no tan inocuas (Berrocal, 2011).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo:

- Descriptivo: Se necesitó identificar los casos de RRE en las 60 radiografías panorámicas mediante trazos de piezas dentales, tomadas antes y después del tratamiento.
- Observacional: Se observó si hay o no reabsorción radicular una vez terminado el tratamiento ortodóncico.
- Retrospectivo por lo que se utilizaron radiografías panorámicas de los pacientes que acudieron al centro especialista de ortodoncia en el período 2011-2018.

### **5.2. Área de estudio**

Se realizó en el consultorio privado de ortodoncia en la Ciudad de Loja, en donde se obtuvieron radiografías panorámicas de pacientes atendidos en el mismo.

### **5.3. Universo**

Pacientes atendidos en la consulta privada de ortodoncia, de la Ciudad de Loja.

### **5.4. Población**

Radiografías panorámicas de pacientes que han sido tratados ortodónticamente y que cumplan con los criterios de inclusión.

### **5.5. Muestra**

La muestra es de tipo no probabilístico por conveniencia, por lo que se tomó en cuenta del universo, las radiografías de pacientes, que recibieron tratamiento de ortodoncia con la técnica MBT.

De las radiografías panorámicas se seleccionaron 60 radiografías, 30 del inicio del tratamiento y 30 de la culminación del tratamiento.

### **5.6. Criterios de inclusión**

- Radiografías panorámicas de pacientes que hayan sido tratados ortodónticamente con la técnica MBT, los cuales han culminado el tratamiento.
- Pacientes que tuvieron tratamiento entre 10-22 meses.

### **5.7. Criterios de exclusión**

- Radiografías panorámicas de pacientes que NO hayan sido tratados ortodónticamente con la técnica MBT.
- Radiografías en mal estado o con distorsiones.

### **5.8. Técnicas y Métodos**

Se solicitó las radiografías panorámicas en un centro de ortodoncia “privado” de la ciudad de Loja.

Para realizar el Estudio descriptivo de la reabsorción radicular externa con el uso de radiografías panorámicas de los 30 participantes:

Se consideró realizar los trazos en radiografías panorámicas ya que estas presentan menos superposición de tejidos, y es más fácil la medición que en radiografías cefálicas laterales o periapicales.

En la medición se utilizó el negoscopio de luz led blanca marca AF LED AF400 Luxo, regla milimetrada y papel cefalométrico. Se colocó la radiografía en el negoscopio, sobre esta el papel cefalométrico. Se realizaron los trazos de cada diente, tanto de las radiografías iniciales y finales.

Una vez terminado el trabajo de trazo en el papel cefalométrico, se procede con las mediciones de todas las piezas dentales, una a una, tanto de las radiografías iniciales, como de sus respectivas radiografías finales; posterior a esto el tutor encargado realizó nuevamente la calibración y medición de la muestra, disminuyendo así el sesgo de información.

Terminada las mediciones se colocaron los datos en la ficha clínica de cada paciente para posteriormente ser analizados

## **5.9. Plan de análisis**

Los resultados se analizaron a través de tablas de valores y porcentajes.

## 6. RESULTADOS

Se recopiló información de 30 pacientes cuyas características demográficas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.**

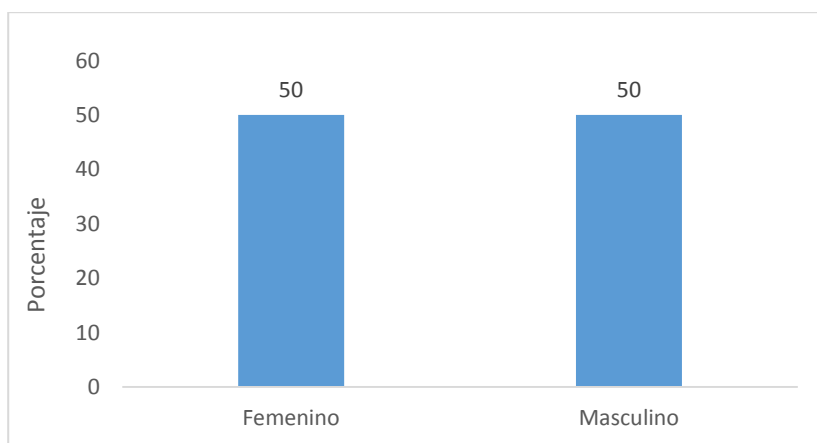
*Características demográficas de la población de estudio.*

	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
<b><i>Sexo</i></b>		
Femenino	15	50.0
Masculino	15	50.0
<b><i>Edad</i></b>		
13 a 20 años	8	26.7
21 a 30 años	14	46.7
31 a 38 años	8	26.7
<b><i>Tiempo de tratamiento</i></b>		
10 a 15 meses	14	46.7
16 a 22 meses	16	53.3

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

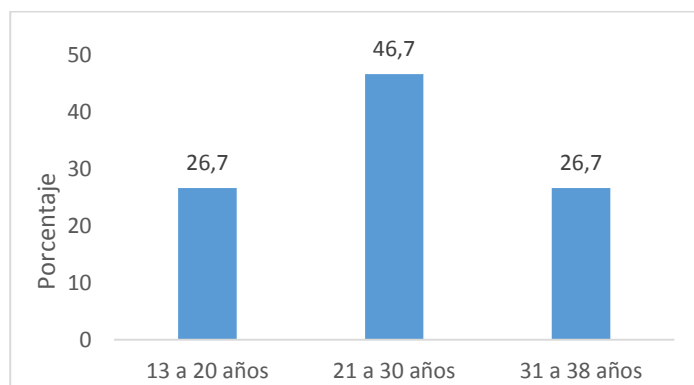
**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

**Gráfico 1.** *Distribución de la población según sexo.*



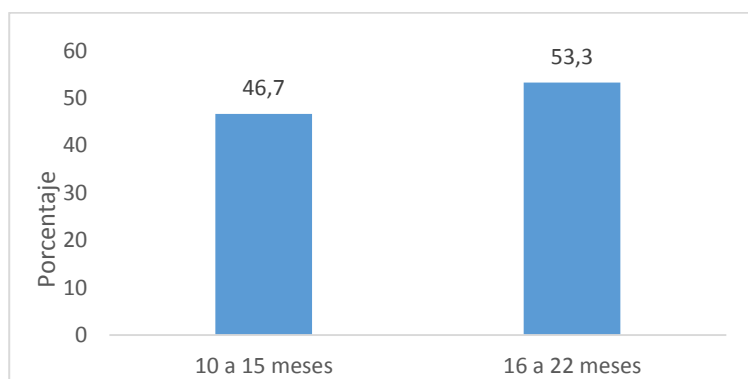
**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

**Gráfico 2.** *Distribución según edad.*

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

**Gráfico 3.** *Distribución según tiempo de tratamiento ortodóntico*

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

### **Interpretación:**

La distribución según sexo fue equitativa (50% para cada uno) debido a que constituyó un criterio de selección de la muestra.

Fueron más numerosos los pacientes de 21 a 30 años (46%), los menores y mayores a esta edad estuvieron en menor proporción (26% cada uno). El promedio de edad de la población de estudio fue de 25.1 años entre un mínimo de 13 y un máximo de 38 años.

El tiempo de tratamiento ortodóntico de 16 a 22 meses fue más frecuente que entre 10 y 15 meses. El 53% de los pacientes lo recibieron. El promedio de tratamiento fue de 15.4 meses entre un mínimo de 10 y un máximo de 22 meses.



## Grados de reabsorción

Se realizó el análisis estadístico en base de los grados de reabsorción que se muestran en las respectivas tablas mediante una distribución de frecuencias y sus porcentajes.

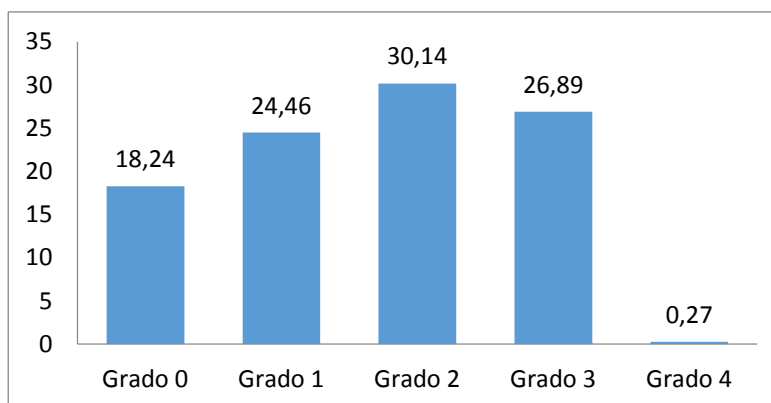
**Tabla 2.**

*Grados de reabsorción en 605 de 740 piezas dentales de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.*

	Frecuencia	%
<b>Grado 0</b>	135	18,24
<b>Grado 1</b>	181	24,46
<b>Grado 2</b>	223	30,14
<b>Grado 3</b>	199	26,89
<b>Grado 4</b>	2	0,27

**Fuente:** Fichas de recolección de datos  
**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

**Gráfico 4.** Grados de reabsorción global



**Fuente:** Fichas de recolección de datos  
**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

## Interpretación:

En la tabla 2 se consideraron 740 piezas dentarias pertenecientes a los 30 pacientes que se incluyeron en el estudio, sobre ese número se calculó los porcentajes parciales.

El 81.76% de piezas sufrieron reabsorción y los grados 1, 2 y 3 fueron los más frecuentes. El grado 4 se detectó únicamente en dos piezas.

No hubo reabsorción (grado 0) en el 18.24% de piezas (n = 135).

## Reabsorción en piezas superiores y en piezas inferiores

**Tabla 3.**

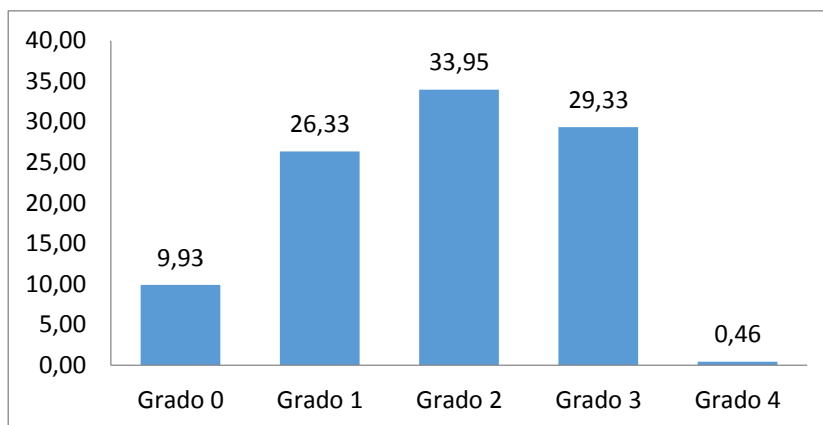
*Grados de reabsorción en 390 de 433 piezas superiores de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.*

	Frecuencia	%
<b>Grado 0</b>	43	9,93
<b>Grado 1</b>	114	26,33
<b>Grado 2</b>	147	33,95
<b>Grado 3</b>	127	29,33
<b>Grado 4</b>	2	0,46

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

**Gráfico 5.** *Reabsorción en piezas superiores*



**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

### Interpretación:

En las piezas superiores, el 90.07% sufrió reabsorción, así mismo, los grados 1, 2 y 3, fueron los más frecuentes. El grado 4 se presentó en dos piezas, solo en el maxilar.

No hubo reabsorción (grado 0) en el 9.93% de piezas (n = 43).

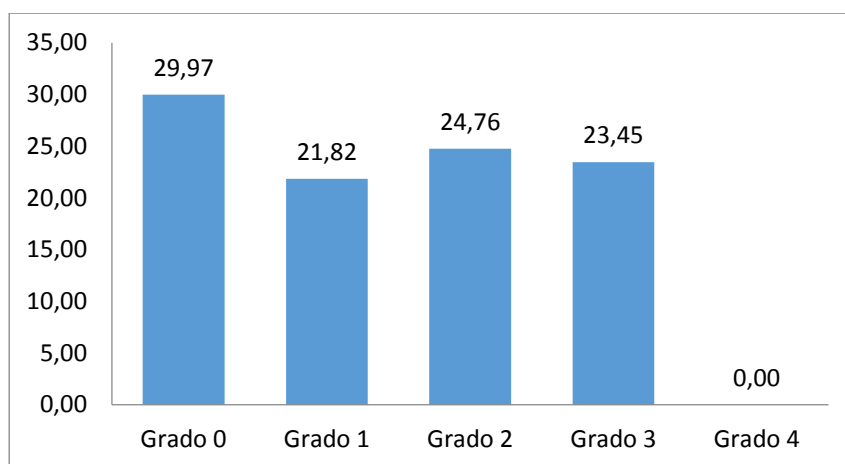
**Tabla 4.**

*Grados de reabsorción en 215 de 307 piezas inferiores de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.*

	Frecuencia	%
<b>Grado 0</b>	92	29,97
<b>Grado 1</b>	67	21,82
<b>Grado 2</b>	76	24,76
<b>Grado 3</b>	72	23,45
<b>Grado 4</b>	0	0,00

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

**Gráfico 6. Reabsorción en piezas inferiores**

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

### **Interpretación:**

En las piezas inferiores también hubo un 70.03% de reabsorción y al igual que en las piezas superiores, los grados 1, 2 y 3, fueron los más frecuentes y se dieron en proporciones similares.

No hubo reabsorción (grado 0) en el 29.97% de piezas (n = 92).

La reabsorción de grado 4 no se localizó en dientes inferiores.

## Comparación de grados de reabsorción en piezas superiores vs piezas inferiores

**Tabla 5.**

*Comparación de los grados de reabsorción en piezas superiores vs piezas inferiores de 30 pacientes con tratamiento ortodóntico.*

	<i>Superiores</i> <i>piezas = 433</i>	<i>Inferiores</i> <i>piezas = 307</i>	<i>Valor P</i>
Grado 0	43 (9.93)	92 (29.97)	0.038
Grado 1	114 (26.33)	67 (21.82)	0.016
Grado 2	147 (33.95)	76 (24.76)	0.003
Grado 3	127 (29.33)	72 (23.45)	0.034
Grado 4	2 (0.46)	-	0.153

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

### **Interpretación:**

La comparación, mediante test de  $\chi^2$ , de los grados de reabsorción entre las piezas superiores con respecto de las piezas inferiores nos muestra que fueron en diferentes proporciones, puesto que la diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en los grados 0,1,2 y 3. Mientras que en el grado 4 no fue estadísticamente significativa.

## Reabsorción de piezas según condición de género

**Tabla 6.**

*Comparación de los grados de reabsorción en 15 pacientes de sexo femenino vs 15 pacientes de sexo masculino con tratamiento ortodóntico*

	<i>Femenino</i> <i>piezas = 371</i>	<i>Masculino</i> <i>piezas = 369</i>	<i>Valor P</i>
Grado 0	69 (18.60)	66 (17.89)	0.705
Grado 1	90 (24.26)	91 (24.66)	0.972
Grado 2	112 (30.19)	111(30.08)	0.784
Grado 3	98 (26.42)	101 (27.37)	0.908
Grado 4	2 (0.54)	-	0.153

**Fuente:** Fichas de recolección de datos

**Elaborado:** Ing. Diego Mejía (Estadístico)

### Interpretación:

La tabla 6 compara la distribución de los grados de reabsorción por condición de género. Las proporciones de los grados 1 a 3 fueron similares en varones y mujeres. El grado 4 se identificó sólo en las mujeres. Por lo que la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

La proporción de no reabsorción (grado 0) no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

### **Reabsorción vs no reabsorción**

Analizando los resultados descritos en las tablas y gráficos anteriores, especialmente en la tabla 2, encontramos que hubo reabsorción en 605 de 740 piezas (81.76%), que corresponderían a los 30 pacientes que participaron en el estudio bajo tratamiento ortodóntico. Éstos se distribuyeron en los grados 1, 2, 3 y aunque en bajísima proporción también en el grado 4.

Y encontramos también que no hubo reabsorción (grado 0) en 135 de las 740 piezas (18.24%) sometidas a tratamiento ortodóntico.

Se realizó una comparación mediante la prueba de distribución de  $\chi^2$  y se encontró que la diferencia entre la proporción de piezas, que sufren reabsorción con respecto de las que no sufren reabsorción, fue altamente significativa ( $P < 0.05$ ).

La reabsorción se produce independientemente de que se trate de varones o mujeres y ocurre de forma desigual en las piezas superiores como en las inferiores. Siendo más susceptibles las piezas superiores.

## 7. DISCUSIÓN

Durante varias décadas la reabsorción ha sido un fenómeno frecuente durante el tratamiento de ortodoncia, especialmente en los incisivos superiores. En la literatura múltiples estudios han aportado datos relativos al número de casos y frecuencia de los mismos. Así estudios histológicos confirman un 90% de reabsorción radicular en dientes sometidos a un tratamiento de ortodoncia (Vaquero, et.al, 2011); esto va de la mano con nuestro estudio, el cual arroja que el 81.76% de las piezas dentales presentan cierto grado de reabsorción radicular.

En un estudio realizado por Sameshima & Sinclair (2001) con una muestra de 860 casos se observa que la RRE mayor de 2mm fue vista en el 25% de los individuos tratados, La reabsorción radicular severa (> 3 mm) se ha reportado con una frecuencia de 5-20%, lo que es similar a nuestro estudio, al encontrar el 30,14% de las piezas con reabsorción grado 2, siendo este el grado al que mayor susceptibilidad de reabsorción están expuestas las piezas dentales; el grado 3 se presentó en menor porcentaje que el grado 2 valorándose en un 26,89%.

Según los resultados de este estudio, la severidad de la reabsorción se ubicó en los grados leves y afecto en mayor medida a los dientes superiores, lo que concuerda con lo reportado por Uribe (2010) el cual manifiesta que existe mayor susceptibilidad a sufrir RRE en los dientes maxilares que en los mandibulares, siendo los más afectados incisivos centrales maxilares, incisivos laterales maxilares, incisivos centrales mandibulares, raíz distal de los primeros molares mandibulares, segundos premolares mandibulares, segundos premolares maxilares.

Al relacionar la presencia de reabsorción radicular apical con el sexo de los pacientes no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en nuestro estudio, lo cual concuerda con lo reportado por Owman & Kuroi (2000) quien afirma que el sexo no tiene ninguna asociación con esta alteración, contrario a esto Clarkson (2008) manifiesta que las mujeres son más propensas para presentar reabsorción (0,73mm) en comparación con hombres tratados (0.67mm).



## 8. CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos en el presente estudio según los análisis en las radiografías panorámicas se pudo concluir que en todos los pacientes existió cierto grado de reabsorción radicular, mas no en todas sus piezas dentales.
- Analizando los resultados descritos en las tablas y gráficos anteriores, especialmente en la tabla 2, encontramos que hubo reabsorción en 605 de 740 piezas (81.76%), que corresponderían a los 30 pacientes que participaron en el estudio bajo tratamiento ortodóntico.
- Según los datos obtenidos, e interpretación de los mismos se pudo concluir que la mayoría de piezas dentales sufren una reabsorción radicular grado 2.
- La reabsorción grado 4 solo se observó en dos piezas dentales(superiores) de todas las sujetas a estudio.
- Los grados de reabsorción entre las piezas superiores con respecto de las piezas inferiores nos muestra que fueron en diferentes proporciones, presentando diferencia significativa.
- Según las tablas analizadas, dependiendo del sexo, las proporciones de los grados 1 a 3 no presentaron diferencias significativas; el grado 4 se identificó sólo en las mujeres y la proporción de no reabsorción (grado 0) se presentó con diferencias no significativas.

## 9. RECOMENDACIONES

- Tratar de realizar controles cada 3 meses durante el tiempo que dure el tratamiento para poder diagnosticar y prevenir la reabsorción radicular externa.
- Realizar un consentimiento informado en el cual el paciente esté enterado de dichos cambios que podrían ocurrir en la anatomía de sus piezas dentales, por motivo del tratamiento ortodóntico.
- Archivar adecuadamente las historias clínicas para su posterior utilización en trabajos de investigación y así tener mayor efectividad en los mismos

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Berrocal, A. (2011). *Reabsorción Radicular inducida por el tratamiento de Ortodoncia*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de ULACIT: [http://www.ulacit.ac.cr/files/proyectosestudiantiles/archivos/esp/320\\_reabsorcinaradicularinducidaporeltratamientodeortodoncia.pdf](http://www.ulacit.ac.cr/files/proyectosestudiantiles/archivos/esp/320_reabsorcinaradicularinducidaporeltratamientodeortodoncia.pdf)
- Bishara, S. (2003). *Ortodoncia*. Mexico: McGraw-Hill.
- Canut, B. J. (2000). *Ortodoncia Clínica y Terapéutica*. . Barcelona: Masson S.A.
- Chumi, T. R., Burgos, T. J., & Barros, M. J. (2016). *Reabsorción Radicular causada por tratamiento de ortodoncia: revisión de la literatura*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopedriatría: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2016/art-2/>
- Clarkson, A. (16 de Enero de 2008). *Reabsorción radicular inducida por Ortodoncia*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2018, de Revista Estomatología: <file:///C:/Users/Windows/Downloads/5673-193-15030-1-10-20170927.pdf>
- Echave, K. M., & Argote, I. I. (2002). *El tratamiento ortodóntico y la rabsorción radicular. Revisión bibliográfica*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2018, de Revista de Ortodoncia: [http://www.revistadeortodoncia.com/files/2002\\_32\\_4\\_325-331.pdf?fbclid=IwAR3q-PyJPUwoM9QtVAd4skeiZvw8jbyNzm\\_u0j-kajJZaq67vEE0WJcphwI](http://www.revistadeortodoncia.com/files/2002_32_4_325-331.pdf?fbclid=IwAR3q-PyJPUwoM9QtVAd4skeiZvw8jbyNzm_u0j-kajJZaq67vEE0WJcphwI)
- Flores, R. J., Salazar, G. L., Mollo, L. J., Tapia, P. A., & Velasco, G. S. (2016). *Reabsorción radicular externa asociada a inflamación*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de Revistas bolivianas: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-61942016000200002&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-61942016000200002&script=sci_arttext)
- Graber, L. W., & Vanarsdall, R. L. (2013). *Ortodoncia: Principios y técnicas actuales*. España: Elsevier.

- Guercio de Dinatale, E. (Enero de 2001). *Biología del movimiento dentario ortodóntico. Revisión de conceptos*. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de Acta Odontologica Venezolana:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652001000100011&fbclid=IwAR2kJR2Gv9BOzpGUuIyObl-sl3hhIXRIMnoTAEhqZ-3CtRU3C8UPSkeIEwo](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652001000100011&fbclid=IwAR2kJR2Gv9BOzpGUuIyObl-sl3hhIXRIMnoTAEhqZ-3CtRU3C8UPSkeIEwo)
- Mérida, I. (Noviembre de 2011). *Movimiento Ortodóntico y sus factores modificantes, Revisión bibliográfica*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría:  
<https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2011/art-26/>
- Moradas, E. M., & Álvarez, L. B. (24 de Julio de 2017). *ELECCIÓN DEL MATERIAL ODONTOLÓGICO IDEAL ANTE LOS DIFERENTES TIPOS DE REABSORCIÓN RADICULAR*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2018, de REDOE:  
<http://www.redoe.com/ver.php?id=265>
- Moreno, M. J., Covarrubias, G. M., & García, L. E. (24 de Julio de 2016). *Movimiento dentario ortodóntico: factores modificantes y alteraciones Tisulares, revisión bibliográfica*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2018, de Revisata Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría:  
<https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2016/art-16/>
- Moya, p. C., Solano, M. B., & Solano, R. E. (agosto de 2016). *La reabsorción radicular en ortodoncia*. Recuperado el 2018 de Noviembre de 24, de Revista oficial de la sociedad española de ortodoncia: <http://www.sedo.es/biblioteca-digital/revistas-cientificas-sedo/2016-volumen-54/54-numero-2/407-2016-volumen-54/file.html>
- Olmos, B. V., Olmos, I. V., Olmos, B. J., & Cobo, V. J. (24 de Febrero de 2010). *Conceptos mecánicos en ortodoncia*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de Revista Gaceta Dental: <https://www.gacetadental.com/2009/02/movimiento-dentario-31710/#>
- Owman, M. P., & Kurol, J. (2000). *Root resorption after orthodontic treatment in high – and low –risk patients:analysis of allergy as a possible predisposing factor*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2018, de European Journal of Orthodontics:

<https://pdfs.semanticscholar.org/a2ae/73ab2199025a078a7694e9b15ac2bb302cc1.pdf>

- Ramos, M. J. (Enero de 2013). *BIOMECÁNICA DE LOS TEJIDOS PERIODONTALES*. Recuperado el 02 de noviembre de 2018, de Kiru: [http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2013/Kiruv.10.1/Kiru\\_v.10.1\\_Art.12.pdf?fbclid=IwAR2kJR2Gv9BOzpGUuIyObl-s13hhIXRIMnoTAEhqZ-3CtRU3C8UPSkeIEwo](http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2013/Kiruv.10.1/Kiru_v.10.1_Art.12.pdf?fbclid=IwAR2kJR2Gv9BOzpGUuIyObl-s13hhIXRIMnoTAEhqZ-3CtRU3C8UPSkeIEwo)
- Sameshima, G., & Sinclair, P. (Mayo de 2001). *Predicción y prevención de la reabsorción radicular: Parte I. Factores diagnósticos*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2018, de PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11343022>
- Uribe, R. G. (2010). *Fundamentos de odontología: Ortodoncia, teoría y clínica*. Medellín: Corporacion para Investigaciones Biologicas.
- Vaquero, N. P., Perea, P. B., Labajo, G. E., Santiago, S. A., & García, M. F. (Abril de 2011). *Reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico: causas y recomendaciones de actuación*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de Científica Dental - COEM: [http://www.coem.org.es/sites/default/files/publicaciones/CIENTIFICA\\_DENTAL/VOL8\\_NUM1/61-70.pdf?fbclid=IwAR1ynECoriXoeAgkEGxN60BESO-ZtPBsVfWaYL5h6-d\\_9LLKAnNTRuLdp6I](http://www.coem.org.es/sites/default/files/publicaciones/CIENTIFICA_DENTAL/VOL8_NUM1/61-70.pdf?fbclid=IwAR1ynECoriXoeAgkEGxN60BESO-ZtPBsVfWaYL5h6-d_9LLKAnNTRuLdp6I)
- Varela, M. (2005). *Ortodoncia Interdisciplinar*. Barcelona : Océano.
- Weiland, F. (2010). *Fuerzas de Ortodoncia y reabsorciones radiculares: una revision*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de revista de ortodoncia: [http://www.revistadeortodoncia.com/files/2010\\_40\\_2\\_069-074.pdf](http://www.revistadeortodoncia.com/files/2010_40_2_069-074.pdf)

## **11. ANEXOS**

### **ANEXO 1: Objetivos de la investigación**

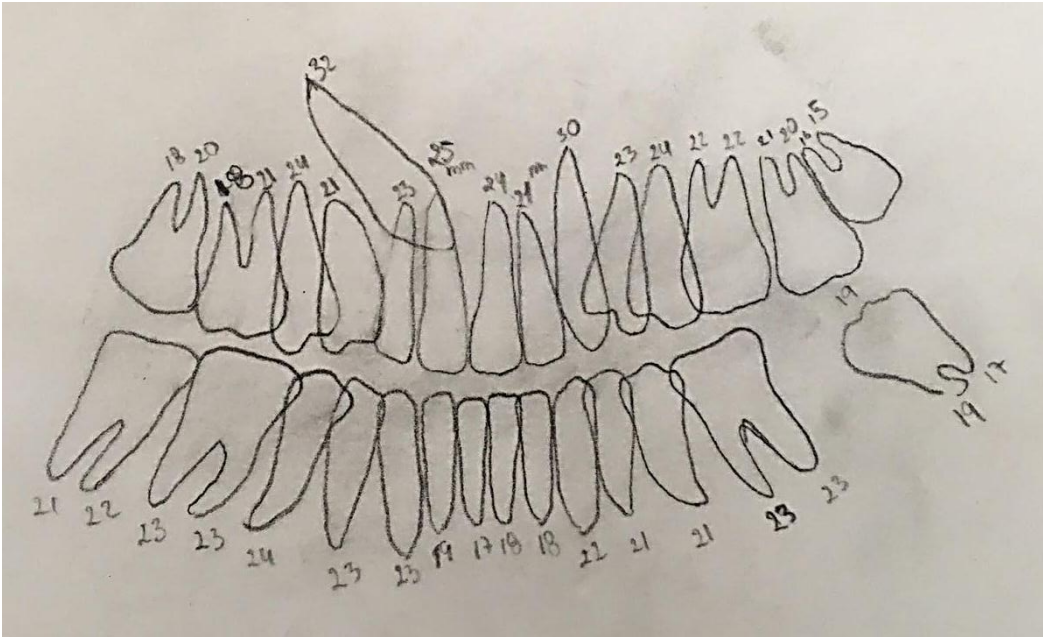
#### **OBJETIVO GENERAL**

- Establecer el grado de reabsorción radicular externa posterior al tratamiento ortodóntico realizado en un centro privado en ortodoncia de la ciudad de Loja.

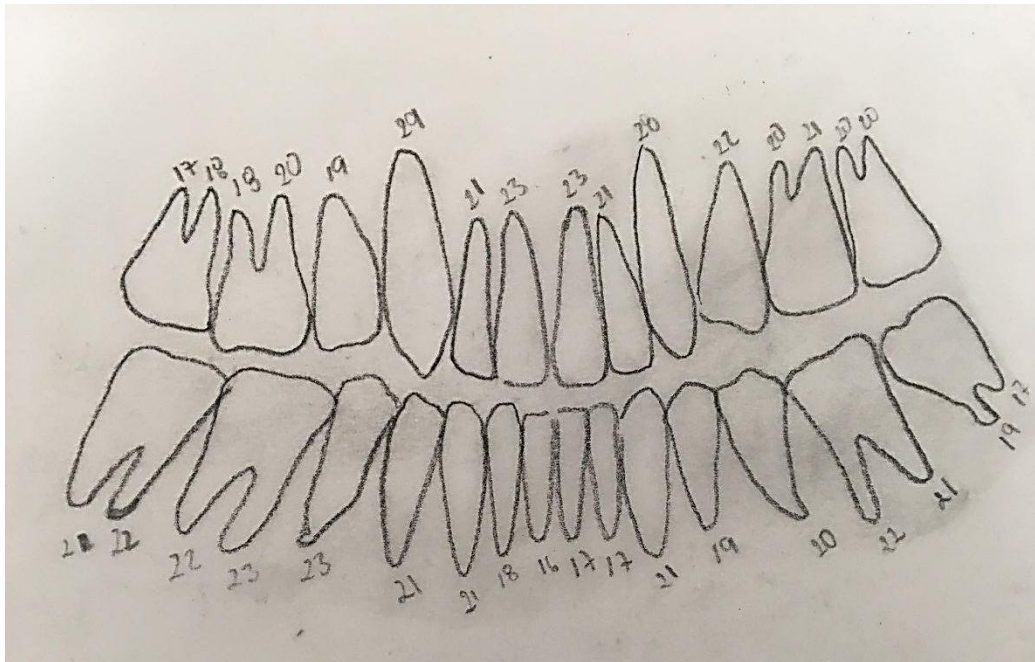
#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Definir si la reabsorción radicular externa se presenta en igual o diferente proporción, tanto en dientes superiores como en dientes inferiores.
- Puntualizar si la reabsorción radicular externa varía dependiendo del género de los pacientes.



**ANEXO 3:** Trazos de las radiografías panorámicas.

*Fotografía 1.* Radiografía Inicial



*Fotografía 2.* Radiografía Final




**ANEXO 4: Certificado de Radiografías Panorámicas****CERTIFICADO**

Yo, Andrés Barragán, doctor de la clínica “DENTAL ESTETIC” certifico que el Sr. Walter Iván Enríquez Gualán, con número de cédula 1105078982 solicitó radiografías panorámicas cuya finalidad es realizar el estudio de: **DETERMINAR EL NIVEL DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA POSTERIOR AL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO REALIZADO EN UN CENTRO ESPECIALISTA EN ORTODONCIA DE LA CIUDAD DE LOJA.**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento en lo que estime conveniente.

Loja 01 de Marzo del 2018



Atentamente

Dr. Andrés Barragán O.



**ANEXO 5: Certificado del Estadístico**

Loja, 10 de octubre del 2018

A quien corresponda:

Yo, Ing. Diego Mejía, por medio de la presente indico que he colaborado con lo relacionado con lo relacionado al trabajo estadístico y análisis de resultados, en el trabajo titulado **“DETERMINAR EL NIVEL DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA POSTERIOR AL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO REALIZADO EN UN CENTRO ESPECIALISTA EN ORTODONCIA DE LA CIUDAD DE LOJA”** del Sr. WALTER IVÁN ENRÍQUEZ GUALÁN, por lo tanto puede hacer uso como bien tuviere.

Atentamente:



Ing. Diego Mejía, Mg.

## ANEXO 6: Certificado de traducción del resumen

## English Speak Up Center

Nosotros "*English Speak Up Center*"

### CERTIFICAMOS que

La traducción del documento adjunto solicitada por el señor **WALTER IVAN ENRIQUEZ GUALAN** con cédula de ciudadanía número **1105078982** cuyo tema de investigación se titula: **"DETERMINAR EL NIVEL DE REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA POSTERIOR AL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO REALIZADO EN UN CENTRO ESPECIALISTA EN ORTODONCIA DE LA CIUDAD DE LOJA"**, ha sido realizada por el Centro Particular de Enseñanza de Idiomas "*English Speak Up Center*".

Esta es una traducción textual del documento adjunto, y el traductor es competente para realizar traducciones.

Loja, 03 de Diciembre de 2018

*Elizabeth Sánchez Burneo*

Mgs. Elizabeth Sánchez Burneo

DIRECTORA ACADÉMICA

