



**EVALUACIÓN DEL DESGASTE FÍSICO DE LOS CORTADORES DISTALES DE  
USO ORTODONTICO MEDIANTE MICROSCOPIA DIGITAL.**

**ERIKA JOHANNA PÉREZ LÓPEZ**

**20762018180**

**ELIANA MARCELA SALTAREN ZAPATA**

**20762012790**

**MIRIAM MERCEDES GARRIDO ORTIZ**

**20762017842**

**Universidad Antonio Nariño**  
Programa especialización en ortodoncia  
Facultad De Odontología

Armenia, Colombia  
2022

**EVALUACIÓN DEL DESGASTE FÍSICO DE LOS CORTADORES DISTALES DE  
USO ORTODONTICO MEDIANTE MICROSCOPIA DIGITAL.**

**ERIKA JOHANA PÉREZ LÓPEZ  
ELIANA MARCELA SALTAREN ZAPATA  
MIRIAM MERCEDES GARRIDO ORTIZ**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
Especialista en ortodoncia

Director (a):

Jorge Eduardo Barrera Rodríguez. Maestría en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial  
Especialista en ortodoncia, odontólogo

Coodirector externo:

Doctor en Ciencia de Materiales del Centro de Investigación en Materiales Avanzados -  
CIMAV (México). Magister en Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de  
Santander – UIS. Ingeniero Metalúrgico de la Universidad Industrial de Santander – UIS  
José Luis Tristancho Reyes

**Universidad Antonio Nariño**  
Programa Especialización en ortodoncia  
Facultad de odontología  
Armenia, Colombia  
2022

**NOTA DE ACEPTACIÓN****EVALUACIÓN DEL DESGASTE FÍSICO DE LOS CORTADORES DISTALES DE  
USO ORTODONTICO MEDIANTE MICROSCOPIA DIGITAL.**

\_\_\_\_\_, Cumple  
con los requisitos para optar  
Al título de Especialista en ortodoncia

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutor

\_\_\_\_\_  
Firma Jurado

\_\_\_\_\_  
Firma Jurado

Armenia, noviembre 2022.

*(Dedicatoria)*

*A Dios, a la universidad Antonio Nariño, a nuestras familias, padres y amigos que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión y a nuestros asesores por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo.*

## **Agradecimientos**

Los autores expresan su agradecimiento a:

El Doctor Jorge Eduardo Barrera Rodríguez, director del trabajo de investigación por la confianza, asesoría, orientación y colaboración prestada en la elaboración de este proyecto.

La Doctor José Luis Trisancho Reyes, por su colaboración y orientación en el desarrollo de este proyecto, además de su valiosa ayuda y sus conocimientos en todo el transcurso de nuestro trabajo de grado.

La Universidad Antonio Nariño por brindarnos la oportunidad de hacer parte de este proyecto investigativo.

## Tabla de Contenido

### Contenido

<b>1. Resumen .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Abstract .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Antecedentes.....</b>	<b>13</b>
<b>5. Objetivos.....</b>	<b>15</b>
5.1 General .....	15
5.2 Específicos .....	15
<b>6. Justificación.....</b>	<b>16</b>
<b>7. Marco teórico .....</b>	<b>18</b>
7.1 Ortodoncia.....	18
7.2 Instrumental para Ortodoncia .....	18
7.2.1 <i>Pinza de corte distal con agarre</i> .....	18
7.3 Alambres .....	19
7.4 Arcos.....	19
7.5 Desgaste .....	20
7.6 Microscopio .....	20
7.7 Microscopía digital.....	20
<b>8. Diseño metodológico.....</b>	<b>22</b>
8.1 Descripción del procedimiento. ....	23
8.2 Criterios para la clasificación del desgaste.....	23
8.3 Análisis microscópico.....	24
8.1 Análisis de los datos: .....	24
<b>9. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>10. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
10.1 Sección trasversal de los arcos de acero calibre 0,018” .....	26
10.1.1 <i>Muestra inicial en 0 cortes</i> .....	26
10.1.2 <i>Muestra a los 50 corte</i> .....	26
10.1.3 <i>Muestra a los 100 corte</i> .....	27
10.1.4 <i>Muestra final en 500 corte</i> .....	27
10.2 Sección trasversal de los arcos de acero calibre 0,019” x 0,025” .....	29
10.2.1 <i>Muestra inicial en 0 cortes</i> .....	29
10.2.2 <i>Muestra en 50 cortes</i> .....	29
10.2.3 <i>Muestra en 100 cortes</i> .....	30
10.2.4 <i>Muestra final en 500 cortes</i> .....	30

<b>10.3 Comparación entre la sección transversa de arco de acero 0,018” y 0,019”x0,025”</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>10.3.1 Cortadores distales marca Ixion</b> .....	<b>32</b>
<b>10.3.2 Cortadores distales marca Linux</b> .....	<b>33</b>
<b>10.3.3 Cortadores distales marca Hu Friedy</b> .....	<b>33</b>
<b>10.3.4 Cortadores distales marca Oe Galaxy</b> .....	<b>33</b>
<b>10.3.5 Cortadores distales marca Ortho Class</b> .....	<b>33</b>
<b>11. Discusión</b> .....	<b>35</b>
<b>12. Conclusiones</b> .....	<b>38</b>
<b>13. Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>39</b>

### Lista de Figuras

- Figura 1.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Lx B.cortador distal marca Oe C. cortador distal marca Ocl ..... **26**
- Figura 2.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Lx presento muesca B. cortador distal marca Hf presento hundimiento C. cortador distal marca Oe presentó muesca ..... **27**
- Figura 3.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A.Cortador distal marca Ix presentó hundimiento B. cortador distal marca Lx presentó alisado..... **27**
- Figura 4.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A.Cortador distal marca Ocl sin cambios B. cortador distal marca Hf grieta y hundimiento.....**28**
- Figura 5.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A Cortador distal marca Lx presentó muesca B. Cortador distal marca Ocl presentó muesca.....**29**
- Figura 6.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ocl B. cortador distal marca Oe presentó hundimiento. .... **30**
- Figura 7.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ix sin cambios B. cortador distal marca Lx presentó alisado C. cortador distal marca Hf presentó muesca..... **31**
- Figura 8.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ocl. .... **31**

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b>	<b>Clasificación de las variables utilizadas en el estudio.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 2.</b>	<b>Codificación asignada a los tipos de desgaste. ....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3.</b>	<b>Calibre de alambre 0.018” de acuerdo con el número de cortes y tipo de desgaste. 28</b>	
<b>Tabla 4.</b>	<b>Calibre de alambre 0,019”x0,025” de acuerdo al número de cortes y tipo de desgaste. 32</b>	
<b>Tabla 5.</b>	<b>Compración en el calibre de alambre 0.018” de acuerdo con la muestra inicial, muestra final, marca y vista. ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 6.</b>	<b>Comparación en el calibre de alambre 0,019”x 0,025” de acuerdo con la muestra inicial, muestra final, marca y vista.....</b>	<b>34</b>

## 1. Resumen

En el área de ortodoncia se hace indispensable la utilización de cortadores distales en la consulta diaria, para los ortodontistas, estos cortadores representan un gasto económico considerable debido a que dependiendo del flujo de pacientes que se maneje, se tendrían que adquirir un mayor número de estos. Las funciones principales de los cortadores distales son cortar y sujetar el alambre sobrante en boca del paciente. Es deseable que el alambre se corte limpiamente, pero también es importante que la pinza conserve su calidad de corte y eficiencia.

Existen gran variedad de cortadores distales, que dependiendo su composición puede tener mayor o menor eficacia al ejecutar su función, reflejándose en su vida útil. Se considera pertinente observar la parte activa de los distintos cortadores distales, sometiéndolos a una serie de cortes, realizados sobre arcos de dos calibres diferentes para observar por medio de microscopia digital la conservación o deterioro físico de su parte activa.

Para este estudio se utilizaron dos grupos de cinco cortadores distales con distinta composición metalúrgica y de distintas casas comerciales, a los que se les realizó su observación mediante microscopia digital de la parte activa del cortador, con el fin de verificar si el cortador tenía algún defecto de fábrica.

Se realizaron las distintas observaciones a los 0-50-100 y 500 cortes a cada uno de los cortadores distales en los arcos de acero redondo 0,018" y rectangular de acero 019"x0,025", luego se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física a través de un registro fotográfico de lo observado.

**Palabras clave:** desgaste, instrumental de ortodoncia, cortadores distales, composición química, acero inoxidable.

## 2. Abstract

In the area of orthodontics, the use of distal cutters in the daily consultation is essential; For orthodontists, cutters represent a considerable economic investment because, depending on the amount of patients treated, a greater number of them would have to be bought. The main functions of the distal cutters are to cut and hold the residual wire in the patient's mouth. It is desirable that the wire is cut neatly, but it is also important that the pliers maintain their cutting quality and efficiency in the best conditions.

There is a great variety of distal cutters, depending on their composition, they may have greater or lesser efficiency when executing their function, at the end it seems to be shown on their useful life. It is considered important to observe the active working area of the different distal cutters, applying on each one of them a series of cuts, made with arches of two different calibers to observe, using digital microscopy the conservation or physical deterioration of their active part.

For this study, two groups of five distal cutters with different metallurgical composition and from different commercial manufacturers were used, an observation was made by digital microscopy of the active part of each one of the cutters, in order to verify if the cutter had any factory defect.

The different observations were made at 0-50-100 and 500 cuts to each of the distal cutters in the 0.018" of stainless steel archwires and the 019"x0.025" stainless steel archwires, with the use of digital microscopy, the physical affectation was observed and through a photographic record, it was registered.

Keywords: wear, orthodontic instruments, distal cutters, chemical composition, stainless steel.

### 3. Introducción

En la actualidad con la alta demanda de pacientes que buscan mejorar el aspecto de su dentadura, ha aumentado el flujo de pacientes en la consulta de los ortodoncistas, con lo que conlleva al ortodoncista a la búsqueda del instrumental adecuado que perdure su eficacia con el tiempo y el uso constane de los mismos.

Los cortadores distales son instrumentos indispensables en el uso de la práctica clínica diaria para el ortodoncista, este instrumental de corte es sometido a diferentes tipos de alecciones y calibres de alambres, a los cuales se les debe de realizar diversas cantidades de cortes por cada paciente, por lo que la selección del cortador ideal, que conserve su estructura y efectividad despues de ser sometido a una gran variedad de cortes representa una decisión relevante para el ortodoncista.

En la actualidad diversos estudios se han enfocado en observar el control de desinfección de estas pinzas de ortodoncia, dejando de lado un aspecto fundamental que es la conservación física del instrumental tras ser sometido a diversas cantidades de cortes, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el desgaste físico de distintos cortadores distales de uso ortodóntico, sometidos por separado a diferentes cortes de dos grupos de alambres de secciones transversas y calibres diferentes.

#### 4. Antecedentes

Las funciones principales de los cortadores distales son cortar y sujetar el alambre sobrante en boca del paciente, es deseable que el alambre se corte limpiamente, pero también es importante que la pinza conserve su calidad de corte y eficiencia después de usarse un número indeterminado de veces, lo cual puede producir algún grado de desgaste en la parte activa de las pinzas (O'Neill, 1996).

En un estudio que tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de una variedad de cortadores de extremo distal, se utilizaron catorce tipos diferentes de cortadores de extremo distal para cortar una variedad de arcos de alambre de ortodoncia en condiciones estándar. Los arcos estaban compuestos por alambres de níquel-titanio y acero inoxidable de diferentes dimensiones, así como alambre Twistflex y coaxiales, se registró el número de veces que cada alambre se cortó y sujetó con éxito por cada cortador. Finalmente, se observaron diferencias significativas en el rendimiento entre los cortadores, particularmente en la sujeción de los extremos distales cortados. Los alambres de níquel-titanio de diámetro pequeño se sujetaron significativamente menos que los alambres de acero inoxidable o de grado más pesado. Los alambres Twistflex y coaxiales se cortaron con menos facilidad y limpieza que los alambres de níquel-titanio y de acero inoxidable liso, sin embargo, en la investigación no se tuvo en cuenta el daño físico ni la composición metalúrgica del instrumental (O'Neill, 1996).

Al realizar la elección sobre qué tipo de cortador distal utilizar, es necesario tener en cuenta la calidad de corte, la eficiencia y el tipo de desinfección que se debe realizar sobre dichas pinzas, sin embargo, al momento de realizar los estudios sólo se han enfocado en observar el control de desinfección en pinzas de ortodoncia, dejando de lado un aspecto fundamental que es la conservación física del instrumental.

En un estudio realizado por (Benyahia, Merzouk, Touhami, & Zaoui, 2012) en donde el objetivo fue investigar la resistencia a la corrosión de cortadores de ligaduras de ortodoncia, estas pinzas fueron sometidas por separado a dos procedimientos de esterilización diferentes, los cuales fueron con autoclave y desinfección química con enfoque principal en la sección de corte de cada instrumento. Se incluyeron veinticuatro cortadores de ligaduras de tres fabricantes diferentes. El estudio incluyó un grupo control y cuatro grupos experimentales; el grupo control se sometió a 50 ciclos de esterilización en autoclave y los cuatro grupos experimentales se sometieron a 50 ciclos de desinfección química. Las hojas de los instrumentos se estudiaron mediante microscopía electrónica de barrido y microanálisis de rayos X. Se obtuvieron microfotografías que se utilizaron como referencia para detectar cambios en las hojas después de la esterilización en autoclave y la desinfección química (Benyahia, Merzouk, Touhami, & Zaoui, 2012). Aunque en este estudio fue de gran utilidad la microscopía electrónica de barrido, no tuvieron en cuenta los posibles hallazgos que se pudieran encontrar en los cortadores distales ni tampoco el desgaste físico de las pinzas.

Por otro lado, (Pulgaonkar, Panicker, & Chitra, 2016) afirmó que “los cortadores distales son instrumentos propensos a dañarse en la punta debido al uso intensivo, la esterilización

por vapor es el método de esterilización más común, sin embargo, su uso repetitivo causa corrosión y oxidación”. Cuando la parte activa de la pinza se fractura, el ortodoncista generalmente no tiene otra opción que reemplazarlos por otros nuevos a un costo considerable o hacer que los instrumentos se vuelvan a retirar o reparar enviándolos de vuelta al fabricante, lo que nuevamente implica gastos y pérdida de tiempo. La mayoría de los fabricantes no ofrecen actualmente la posibilidad de repararlos y esto significa que el instrumento debe desecharse y adquirir uno nuevo (O'Neill, 1996).

## **5. Objetivos**

### **5.1 General**

Evaluar el desgaste físico de distintos cortadores distales de uso ortodóntico, sometidos por separado a diferentes cortes en dos grupos de alambres de secciones transversas y calibres diferentes.

### **5.2 Específicos**

- Determinar si se presenta o no desgaste en la parte activa de las pinzas de corte distal, al cortar alambres redondos o rectangulares de acero.
- Identificar el desgaste que sufren las partes activas de las pinzas de corte distal al ser sometidas a los procedimientos de corte de alambres ortodónticos de acero inoxidable.
- Establecer cuales aleaciones son más resistentes al desgaste de acuerdo a la composición química de los cortadores distales.

## 6. Justificación

En el área de ortodoncia se hace indispensable la utilización de cortadores distales, debido a que dependiendo del flujo de pacientes que se maneje, se tendría que adquirir un mayor número de estos; de igual manera, cuando se compra un instrumento como el cortador distal, se espera que su función perdure por mucho tiempo, teniendo en cuenta el cuidado que se debe tener al no exceder el límite en relación al calibre del alambre a cortar, el cual es indicado por las casas fabricantes.

El contar con información en el área de ortodoncia sobre la conservación del estado físico de las pinzas, es decir, cual sufre más o menos daño de la parte activa cuando entran en funcionamiento, es importante, debido a que actualmente en el mercado existen gran variedad de cortadores distales que dependiendo según su composición pueden tener mayor o menor eficacia de ejecutar su función, reflejándose en su vida útil, debido a que el desgaste gradual del borde cortante ocasiona pérdida de la forma de la herramienta y reducción de la eficiencia del corte (Boothroyd, 1978).

De igual manera, se considera pertinente realizar una observación de la parte activa de los distintos cortadores distales, sometiéndolos a una serie de cortes en arcos de distintos calibres para observar por medio de microscopía digital la conservación o deterioro físico de su parte activa. En relación a lo anterior, y teniendo en cuenta que actualmente existen muy poca evidencia científica sobre los cortadores distales y su deterioro físico, con la presente investigación se pretende aportar bases al conocimiento actual sobre cuál cortador distal según la composición química del fabricante resulta ser la mejor opción para el clínico, es decir, cuál cortador distal es el más resistente al desgaste después de un repetido uso.

El microscopio óptico se puede utilizar para evaluar las superficies de piezas tanto metálicas como cerámicas, así como plásticos o elastómeros. En el caso de los metales, el examen a menudo se realiza cuando se encuentran en una condición pulida o sin grabar, lo que revela características como corrosión, erosión, grietas, solapamientos/pliegues, porosidad por gas y / o contracción, cierres en frío, inclusiones y formas de grafito para hierro fundido (Hernando, 2020).

Las técnicas de microscopía óptica son clave para obtener imágenes de materiales a microescala debido a su facilidad de operación en tiempo real y la naturaleza no destructiva de la luz visible. La microscopía electrónica puede proporcionar información sobre una organización estructural mucho más compleja, con imágenes de resolución nanométrica. Sin embargo, requiere mucho tiempo, mano de obra y recursos, la mayoría de las veces requiere agentes de contraste, y el extenso procesamiento de muestras altera la estructura nativa de los biomateriales (Cherkezyan, y otros, 2017).

La microscopía óptica utiliza luz visible como fuente de iluminación, esta permite la visualización completa de la parte activa de la pinza, el microscopio óptico cuenta con la capacidad de realizar magnificaciones desde 50x hasta 1000x, su uso suele ser económico y sencillo. Por el contrario, la microscopía electrónica de barrido utiliza un haz de electrones

en lugar de luz; los electrones se reflejan desde la muestra, dada la longitud de onda más pequeña de los electrones, con esta pueden resolverse estructuras menores de  $0.2 \mu\text{m}$  (Renau-Piqueas & Faura, 1994). Su uso principal se enfoca en realizar análisis cuantitativos e inmunicitoquímico de las muestras; finalmente la microscopía óptica permite analizar defectos superficiales ocasionados sobre la parte activa de las pinzas, tales como deformaciones o desgaste de la parte activa como son rasgaduras, fracturas, grietas, entre otros (Askeland, 2004).

Finalmente, no se pudo realizar el análisis de los datos mediante microscopía óptica ya que era necesario seccionar las pinzas para ser evaluadas, pero estas debían permanecer en su forma original para realizar los cortes de los alambres, por tal motivo se utilizó la microscopía digital un método fiable, donde los objetos no se analizan directamente a través del ocular de los microscopios, sino que se presentan como imagen completa virtual, que después de escanear completamente el objeto se muestra en la pantalla de la computadora con la resolución deseada. (Faneite P., 2012)

## 7. Marco teórico

### 7.1 Ortodoncia

El tratamiento correctivo tiene como función corregir las maloclusiones una vez ya establecidas y se realiza en la dentición joven permanente o en el adulto cuando el crecimiento ya ha finalizado (Mulick, 1986). Además, la Ortodoncia desempeña un papel fundamental, ya que de ella pueden beneficiarse otras especialidades odontológicas por necesidad o como complemento de otros tratamientos restaurativos. De esta forma, es posible incluir otro punto en esta clasificación que puede denominarse “tratamiento interdisciplinar, complementario o adjunto” (Uribe-Restrepo, 2008).

La demanda de tratamientos de Ortodoncia ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a una mejora en la salud bucodental, a una mayor oferta de profesionales calificados y a la demanda por parte de la sociedad de una oclusión y estética aceptables. Esto ha incentivado a los fabricantes para diseñar nuevos métodos e implementar desarrollos tecnológicos que mejoren los tratamientos.

De esta forma, se comercializan numerosos aparatos y materiales que garantizan el mejor procedimiento de actuación para los pacientes. Así, se pueden encontrar brackets metálicos, cerámicos o de zafiro, férulas extraíbles como suplemento a los brackets, aparatos extraíbles para ortopedia, microtornillos, arcos de diferentes aleaciones y materiales auxiliares, entre otros muchos (Uribe-Restrepo, 2008). De la misma forma se hace necesario que los materiales empleados en la fabricación del instrumental evolucionen para beneficio de pacientes y profesionales.

### 7.2 Instrumental para Ortodoncia

Para realizar el tratamiento de Ortodoncia u ortopedia es necesario el uso de pinzas que se utilizan para sujetar o sostener, ya sean alambres, barras, retenedores o hooks, y deben tener su superficie activa levemente ranuradas para que los elementos que se encuentran entre ellos no se caigan o deslice (Mulick, 1986). Dentro de las pinzas que poseen esta característica se encuentran:

#### 7.2.1 *Pinza de corte distal con agarre*

Su función es cortar el alambre justo por detrás del tubo molar y asegura el agarre del remanente de arco para que no lesione la mucosa oral (O'Neill, 1996). Cuando se utiliza por vía intraoral mantiene de forma segura la parte cortada para ser desechada. La comodidad del paciente se ve reforzada por la punta suave. Tienen una capacidad máxima de corte 0.020” en arcos redondos y 0.022”x 0.028” en rectangulares.

Los cortadores distales son pinzas que presentan dos partes activas en ángulo recto, sirven para cortar los extremos distales sobrantes del alambre en la parte posterior de los arcos y los retiene para el que paciente no los vaya a tragar, estos cortadores distales pueden tener mangos largos o cortos, depende del gusto y las necesidades del operador. La parte activa está compuesta por diferentes metales, el desarrollo metalúrgico de las pinzas brinda al profesional grandes opciones que le permitan elegir el cortador ideal, desde el punto de vista tiempo y calidad del mismo, la fabricación y la composición metalúrgica de cada pinza puede variar dependiendo de la casa comercial. Algunos cortadores distales en su parte activan están compuestos por: acero quirúrgico alemán con inserciones de tungsteno, acero inoxidable, acero inoxidable quirúrgico alemán y con carburo de tungsteno (Brantley & Eliades, 2001).

### 7.3 Alambres

Los alambres se clasifican:

- Por su sección transversal en: redondos rectangulares y cuadrados.
- Por su diámetro en: 0,014", 0,016", 0,018", 0,020", 0,014"x0,014", 0,016"x0,016", 0,017"x 0,017", 0,018"x 0,018", 0,016"x 0,022", 0,017"x0,025", 0,018"x0,025", 0,019"x0,025" y 0,020"x0,020".<sup>12</sup>
- Por su conformación o número de hebras en: individuales, múltiples o trenzados (Castro, Ponces, López, Vasconcelos, & Pollmann, 2015).
- Por su aleación: oro, acero, acero reforzado, Nitinol (Ni-Ti): Níquel titanio estándar, Nitinol térmico, Nitinol termoplástico, Nitinol cobre; beta titanio y Titanio molibdeno (Brantley, Guo, Clark, & Iijima, 2007).

### 7.4 Arcos

A lo largo del tiempo se desarrollaron diferentes tipos de aleaciones para la utilidad de arcos en ortodoncia, mejorando sus propiedades y disminuyendo las desventajas en búsqueda de un arco ideal (Mulick, 1986). De las aleaciones de metales más utilizadas en el área de la ortodoncia son: arcos de Acero Inoxidable, Cromo Cobalto, Níquel Titanio y Beta Titanio (Marques, Marques, Araújo, Medina, & Ramos, 2020).

Las aleaciones de acero inoxidable fueron introducidas en 1929, son aleaciones que contienen Hierro (73%), Cromo (14%), Níquel (10%), Carbono y Manganeso (O'Neill, 1996). Su punto de fusión es de 1300°C, es mal conductor de elasticidad, pero permite soldaduras, dobleces y se puede templar. Es de baja resiliencia, menor que los alambres de beta titanio y níquel titanio, tiene un módulo de elasticidad alto, buena rigidez, alta tenacidad y baja fricción.

Las aleaciones de níquel-titanio utilizadas en ortodoncia contienen aproximadamente 55% de níquel y 45% de titanio. Las aleaciones de NiTi tienen una mayor resistencia y un módulo de elasticidad más bajo en comparación con las aleaciones de acero inoxidable (Benyahia, Touhami, Forsal, Zaoui, & Aalloula, 2011).

Al agregar cobre a las aleaciones de Níquel-titanio permite establecer con precisión su temperatura de trabajo, constando de dos fases, una austenítica o activa, también conocida como fase generatriz, de estructura molecular cúbica, y otra fase con estructura de laminillas, sumamente entretejidas y dispuestas en cortes alternados, llamada fase martensítica o pasiva, en la cual estos alambres son muy flexibles para el uso clínico (Yoneyama, y otros, 1992) (Thompson, 2000).

Los alambres superelásticos, o tipos austeníticos activos, son capaces de experimentar una transformación de fase inducida por estrés de austenita a martensita cuando se cargan o activan (Brantley & Eliades, 2001). Un alambre de NiTi de ortodoncia con memoria de forma se llama martensita activa porque puede deformarse en la fase de martensita, pero cuando se expone a las temperaturas de la cavidad bucal se produce una transformación en la fase de austenita, lo que permite que el alambre vuelva a su forma predeformada (Ebnesaijad, 2014).

Los mejores materiales son aquellos que ofrecen una resistencia ideal frente a las condiciones externas, lo que debe indicar una adecuada resistencia frente a la corrosión, lo que implica biocompatibilidad y la duración de los atributos mecánicos de los arcos (Askeland, 2004).

## **7.5 Desgaste**

Consiste en la desaparición de material de la superficie de un cuerpo como consecuencia de un movimiento relativo de otro cuerpo (Guarnido- Barrera, 1993). Es un proceso en el cual las capas superficiales de un sólido se rompen o se desprenden de la superficie. Al igual que la fricción, el desgaste no es solamente una propiedad del material, es una respuesta integral del sistema, los análisis de los sistemas han demostrado que 75% de las fallas mecánicas se deben al desgaste de las superficies en rozamiento (Guarnido- Barrera, 1993). Se deduce fácilmente que para aumentar la vida útil de un equipo se debe disminuir el desgaste al mínimo posible (Quincoces, 1997).

## **7.6 Microscopio**

Son instrumentos para aumentar la visión de los objetos, o microscopios (la palabra griega significa “para ver lo pequeño”) comenzaron a usarse progresivamente. Por primera vez la biología se ampliaba y extendía gracias a un mecanismo que llevaba el sentido de la vista humana más allá de sus límites naturales. (Lanfranconi, 2001)

## **7.7 Microscopía digital**

El microscopio es un instrumento ideado para visualizar imágenes aumentadas en tamaño con mayor detalle de un determinado objeto; esto puede ser con objetos estáticos o en movimiento.

Con el avance tecnológico, las imágenes de señal analógica suministrada por estos microscopios se han digitalizado empleando programas especiales contenido en las computadoras. Emergió la microscopía digital (5), la cual es la pareja de la microscopía convencional. Los estudios no se analizan directamente a través del ocular de los microscopios, sino que se presentan como imagen completa virtual, que después de escanear completamente el objeto se muestra en la pantalla de la computadora con la resolución deseada. Un auto foco integrado garantiza que la imagen esté situada siempre en el foco, y por tanto sea nítida. Las imágenes producidas mediante el escaneo se solapan de forma automática para producir finalmente una imagen completa. La imagen final virtual se puede grabar en una base de datos. De tal manera que un microscopio digital es un aparato de captura de imágenes y video que son mostradas en una pantalla, forman una sola unidad sin oculares (Faneite P., 2012)

## 8. Diseño metodológico

- **Tipo de estudio:** observacional descriptivo.
- **Muestra:** Se utilizaron cinco marcas de cortadores distales de distinta composición química, se establecieron 2 grupos de cortadores distales y cada grupo estuvo constituido por 5 pinzas.

Los grupos experimentales estuvieron compuestos por cinco pinzas con diferente composición química.

Ixon (Ix): Acero quirúrgico alemán con inserciones de tungsteno.

Hu Friedy (Hf): Acero inoxidable con cromo y carbono.

Oe Galaxi (Oe): Acero quirúrgico con carburo de tungsteno.

Linux (Lx): Acero inoxidable.

Ortho Class (Ocl): Acero inoxidable con carbono.

### Criterios de inclusión:

- Arcos de sección transversa redonda de acero y calibre del 0,018”
- Arcos de sección transversa rectangulares de acero y calibre 0,019”x0,025”
- Los arcos deben ser del mismo fabricante: Moreli
- Arcos con mismo lote y fecha de fabricación
- Cortadores distales con distinta composición química.

### Criterios de exclusión de los arcos:

- Arcos que no correspondan a la sección transversa redonda y a un calibre diferente del 0,018” de la marca Moreli.
- Arcos que no correspondan a la sección transversa rectangulares de acero 0,019”x0,025”de la marca Moreli.
- Arcos que no correspondan a la marca Moreli.
- Arcos que sean de diferente casa comercial.

**Tabla 1.** Clasificación de las variables utilizadas en el estudio.

Variable	Clasificación	Escala De Medición	Descripción
<b>Desgaste físico</b>	Cualitativa	Nominal	Presencia o ausencia de desgaste físico
<b>Tipo de desgaste</b>	Cualitativa	Ordinal	Muesca, hundimiento, grieta, fractura, alisado
<b>Tipo de aleación</b>	Cualitativa	Nominal	Ix: Acero quirúrgico alemán con inserciones de tungsteno. Hf: Acero inoxidable con cromo y carbono Oe: Acero quirúrgico con carburo de tungsteno Lx: Acero inoxidable Ocl: Acero inoxidable con carbono

Fuente: grupo de investigación

## 8.1 Descripción del procedimiento.

Se utilizaron cinco marcas de cortadores distales de distinta composición química, se establecieron 2 grupos de cortadores distales y cada grupo estuvo constituido por 5 pinzas.

Además, se seleccionó un lugar específico de los cortadores distales para realizar los respectivos cortes, esta zona se marcó desde la mitad hasta la punta de la parte activa de la pinza y fue la misma en todos los cortadores distales seleccionados esta zona representará el 100% de la superficie a examinar; además se tuvo en cuenta en la parte activa de la pinza las caras donde se asignó vista 1 es la que agarra y vista 2 es la que realiza el corte.

La primera muestra fotográfica se realizó antes de realizar los cortes con las pinzas. Se realizó la observación mediante microscopía digital de la parte activa del cortador, con el fin de verificar si el cortador tenía algún defecto de fábrica.

**Grupo 1:** se realizaron 50 cortes con un primer grupo de cortadores distales con arco 0,018", se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física y se realizó el registro fotográfico de lo observado, posteriormente se realizaron 50 cortes con los mismos cortadores distales con arco 0,018", se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física y se realizó el registro fotográfico de lo observado, posteriormente se realizaron 500 cortes con los mismos cortadores distales con arco 0,018", se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física y se realizó el registro fotográfico de lo observado.

**Grupo 2:** se realizaron 50 cortes con el segundo grupo de cortadores distales con arcos rectangulares de acero 0,019"x0,025", se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física y se realizó el registro fotográfico de lo observado, posteriormente se realizaron 50 cortes con los mismos cortadores distales con arcos rectangulares de acero 0,019"x0,025"., se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física y se realizó el registro fotográfico de lo observado, posteriormente se realizaron 500 cortes con los mismos cortadores distales con arcos rectangulares de acero 0,019"x0,025"., se procedió a verificar mediante microscopía digital la afectación física y se realizó el registro fotográfico de lo observado.

## 8.2 Criterios para la clasificación del desgaste.

El tipo de desgaste en la parte activa de la pinza se clasificó de la siguiente forma:

- **Sin desgaste:** Ausencia de algún desgaste físico.
- **Muesca:** se produce a una cierta distancia de los filos de corte y su profundidad y dimensión en la superficie puede considerarse como un criterio de desgaste de la pinza, se puede apreciar una anchura en la zona del flanco que está en contacto con la superficie original de la pieza.

- **Hundimiento:** sobre la cara de incidencia el desgaste se aprecia como una banda de desgaste que es una zona contigua al filo de corte en la que el material se ha perdido debido al rozamiento con la pieza
- **Alisado:** eliminación o aplanamiento de asperezas u otras imperfecciones superficiales, para crear una superficie más lisa
- **Grieta:** producido por una fuerza de corte no adecuada al material de la herramienta, por una forma geométrica no adecuada a las condiciones de corte.

**Tabla 2.** Codificación asignada a los tipos de desgaste.

<b>Sin desgaste</b>	<b>0</b>
<b>Muesca</b>	1
<b>Hundimiento</b>	2
<b>Grieta</b>	3
<b>Fractura</b>	4
<b>Alisado</b>	5

Fuente: grupo de investigación

### 8.3 Análisis microscópico.

Se realizó la observación mediante microscopio digital marca PLUGABLE que tiene las características de aumento en zoom continuo desde 60x hasta 250x de magnificación. El aumento que se usó para este estudio, se determinó después de realizar una prueba con el microscopio digital donde se visualizó completamente de la parte activa de la pinza.

Se realizó la observación mediante microscopía digital para observar la parte activa de los cortadores, con el fin de verificar si presentan o no desgastes físicos antes de someterlos a los cortes de los arcos, de igual manera se verificaron si los cortadores vienen con algún defecto de fábrica.

El análisis de las pinzas se realizó en la Universidad Tecnológica de Pereira en compañía de doctor José Tristancho utilizando un aumento digital entre 150x a 200x.

### 8.1 Análisis de los datos:

Los datos recopilados fueron organizados en una base de datos en Excel 2016. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 23, calculando frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas.

## **9. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se considera de riesgo bajo, debido a que no se necesita intervención alguna en ningún ser vivo, además teniendo en cuenta la RESOLUCIÓN 8430 en el CAPITULO III. DE LA INVESTIGACION DE OTROS NUEVOS RECURSOS. ARTICULO 60. Para los efectos de este reglamento, se entiende por investigación de otros nuevos recursos o modalidades diferentes de las establecidas, las actividades científicas pendientes al estudio de materiales, injertos, trasplantes, prótesis, procedimientos físicos, químicos y quirúrgicos, instrumentos, aparatos, órganos artificiales y otros métodos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación que se realicen en seres humanos o en sus productos biológicos, excepto los farmacológicos.

## 10. RESULTADOS

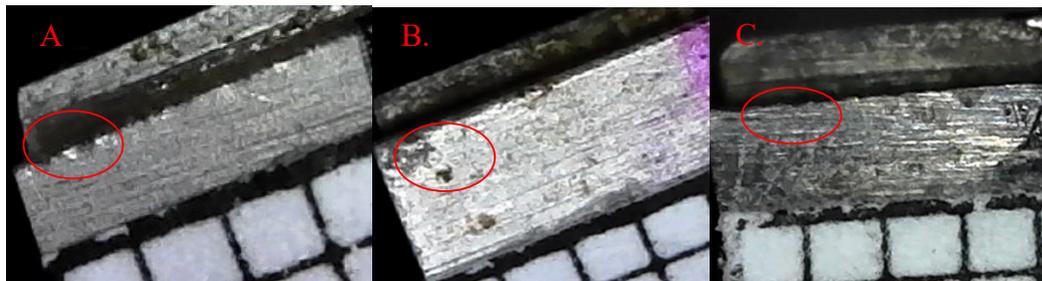
Se incluyeron cinco marcas de cortadores distales de distinta composición química, se establecieron 2 grupos de cortadores distales y cada grupo estuvo constituido por 5 pinzas; en el grupo 1 se realizaron los cortes en los arcos 0.018” y en el grupo 2 los cortes fueron realizados en arcos rectangulares 0.019” x 0.025”. las pinzas fueron analizadas teniendo en cuenta las dos caras de cada cortador distal, las cuales fueron clasificadas en vista 1 y vista 2.

### 10.1 Sección trasversal de los arcos de acero calibre 0.018”

#### 10.1.1 Muestra inicial en 0 cortes.

Se evidenció que en la fotografía de muestra inicial (0 cortes) del grupo de arcos 0,018” todas las pinzas excepto la Ix, presentaban algún tipo de desgaste. Las pinzas que presentaron desgaste fueron: Lx en vista 1 - 2 y Oe vista 2 presentaban muesca, Ocl y Oe vista 1 presentaron hundimiento y Hf presentó grieta en la vista 1 (Fig.1) (Tabla 3).

**Figura 1.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Lx B. cortador distal marca Oe C. cortador distal marca Ocl

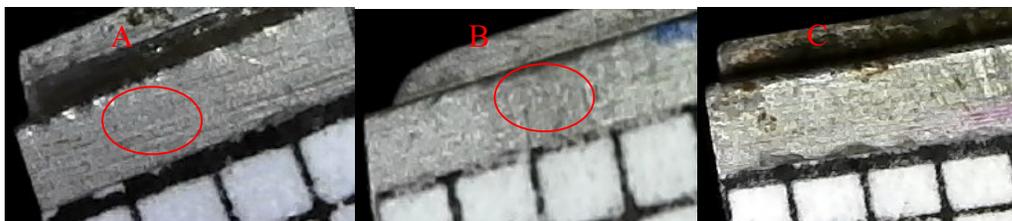


Fuente: grupo de investigación

#### 10.1.2 Muestra a los 50 corte.

En el análisis de datos en los 50 cortes del grupo de arcos 0,018” se observó que todas las pinzas presentaban algún tipo de desgaste. Los desgastes que se observaron fueron muesca en la pinza Lx y Oe, el tipo de desgaste que más se presentó fue el hundimiento en pinza Ix, Hf, Oe y Ocl, el que menos se presentó fue grieta y la pinza que no presentó desgaste fue la Ocl en vista 2 (Figura 2) (Tabla 3).

**Figura 2.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Lx presento muesca B. cortador distal marca Hf presento hundimiento C. cortador distal marca Oe presentó muesca.

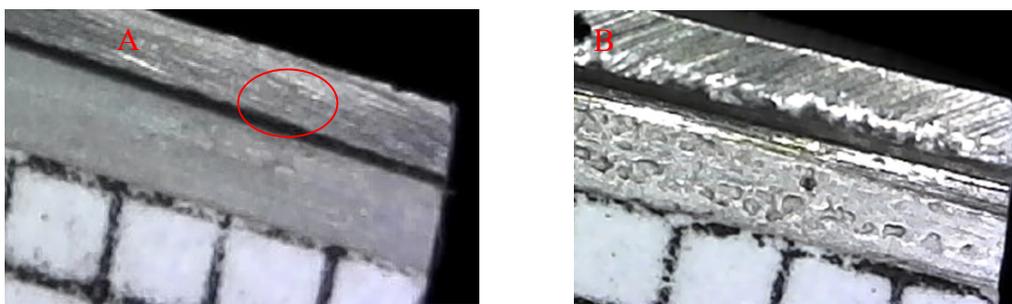


Fuente: grupo de investigación

### 10.1.3 Muestra a los 100 corte.

Adicionalmente, en la vista 1, a los 100 cortes todas las pinzas presentaban desgaste, Ix mantuvo el mismo desgaste desde los 50 cortes; en vista 2 la Lx y la Hf presentaron alisado, mientras que la Ocl no presentó desgaste (Figura 3) (Tabla 3).

**Figura 2.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A.Cortador distal marca Ix presentó hundimiento B. cortador distal marca Lx presentó alisado.



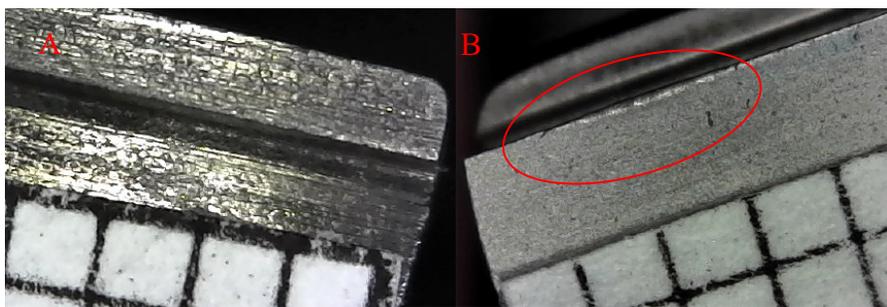
Fuente: grupo de investigación

### 10.1.4 Muestra final en 500 corte.

En las fotografías de los 500 cortes se evidencio que todas las pinzas en las dos vistas tenían algún tipo de desgaste, excepto la Ocl en la vista 2; en el resto de las pinzas se evidenció lo siguiente: en la Lx se observó un cambio en el desgaste en la vista 1, presentando

inicialmente muesca a los 100 cortes y un hundimiento a los 500 cortes, la Hf en los 100 cortes presentó grieta en la vista 1 y en los 500 cortes grieta más hundimiento en la misma vista (Figura4) (tabla 3).

**Figura 4.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ocl sin cambios B. cortador distal marca Hf grieta y hundimiento.



Fuente: grupo de investigación

A continuación, en la tabla 3, se evidenció los cambios físicos de las 5 marcas de cortadores distales del grupo de arcos 0,018", donde se identificó la secuencia de desgaste de estas, desde la muestra inicial con 0 cortes hasta la muestra final de 500 cortes.

**Tabla 3.** Calibre de alambre 0.018" de acuerdo con el número de cortes y tipo de desgaste.

<b>0,018"</b>			
<b>Número de cortes</b>	<b>Marca</b>	<b>Vista 1</b>	<b>Vista 2</b>
<b>0</b>	Ixion	Sin Desgaste	Sin Desgaste
	Linux	Muesca	Muesca
	Hufryde	Grieta	Sin Desgaste
	Oe Glaxy	Hundimiento	Muesca
	Ortoclass	Hundimiento	Sin Desgaste
<b>50</b>	Ixion	Grieta	Hundimiento
	Linux	Muesca	Muesca
	Hufryde	Hundimiento	Grieta
	Oe Glaxy	Hundimiento	Muesca
	Ortoclass	Hundimiento	Sin Desgaste
<b>100</b>	Ixion	Grieta	Hundimiento

	Linux	Muesca	Alisado
	Hufryde	Grieta	Alisado
	Oe Glaxy	Muesca	Muesca
	Ortoclass	Hundimiento	Sin Desgaste
<b>500</b>	Ixion	Hundimiento, Grieta	Hundimiento
	Linux	Hundimiento	Alisado
	Hufryde	Hundimiento, Grieta	Grieta, Alisado
	Oe Glaxy	Alisado	Muesca
	Ortoclass	Muesca, Hundimiento	Sin Desgaste

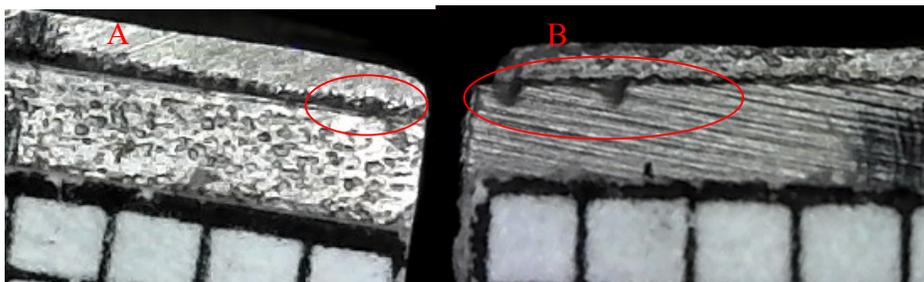
Fuente: grupo de investigación.

## 10.2 Sección transversa de los arcos de acero calibre 0,019" x 0,025"

### 10.2.1 Muestra inicial en 0 cortes.

Al realizar el análisis de los resultados con los arcos rectangulares de acero 0,019"x0,025", se encontró en la fotografía de muestra inicial (0 cortes) que todas las pinzas presentaban algún tipo de desgaste, excepto la Ix que no presentó ningún cambio en las dos vistas, las pinzas que presentaron desgaste fueron Lx y Ocl en las cuales se observaron la presencia de muesca en vista 1 - 2 y Oe vista 2 muesca y la Hf presentó grieta en la vista 1 (Figura 5) (Tabla 4).

**Figura 5.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A Cortador distal marca Lx presentó muesca B. Cortador distal marca Ocl presentó muesca



Fuente: grupo de investigación.

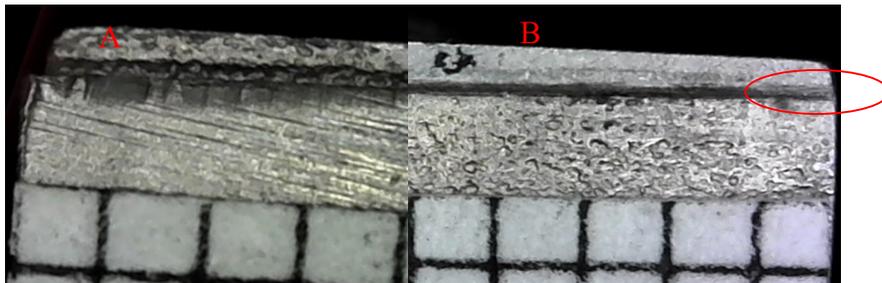
### 10.2.2 Muestra en 50 cortes.

En el análisis de datos en los 50 cortes se observó que todas las pinzas presentaban algún tipo de desgaste a excepción de la Ix la cual aún continuaba sin cambios físicos. Los desgastes que se observaron en comparación con la muestra fotográfica inicial fue la Ocl la cual presentó un alisado en ambas vistas (Tabla 4).

### 10.2.3 Muestra en 100 cortes.

En los 100 cortes las pinzas Ix, Lx y Hf presentaron las mismas características de los 50 y 0 cortes, en cambio las pinzas Oe y Ocl registraron cambios; específicamente la Oe en la vista 2 presentó hundimiento, pero anteriormente esta misma vista registraba muesca, en relación a la pinza Ocl se encontró que aparte del alisado que ya presentaba en los 50 cortes registró muesca y hundimiento en ambas vistas (Figura 6) (Tabla 4).

**Figura 6.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ocl B. cortador distal marca Oe presentó hundimiento.



Fuente: grupo de investigación.

### 10.2.4 Muestra final en 500 cortes.

En las fotografías de los 500 cortes se evidenció que todas las pinzas y en ambas vistas mostraron algún tipo de desgaste, excepto la pinza Ix en la vista número 1 la cual permaneció sin cambios físicos, sin embargo, esta pinza en la vista 2 presentó alisado. La Lx registró un cambio en el tipo de desgaste en la vista 2 pasando de muesca a un alisado. Por otra parte, la Hf en estos cortes mostró la presencia de muesca y alisado en la vista 1, en la cual anteriormente presentaba grieta, mientras que en la vista 2 paso de un hundimiento a un alisado (Figura7) (Tabla 4).

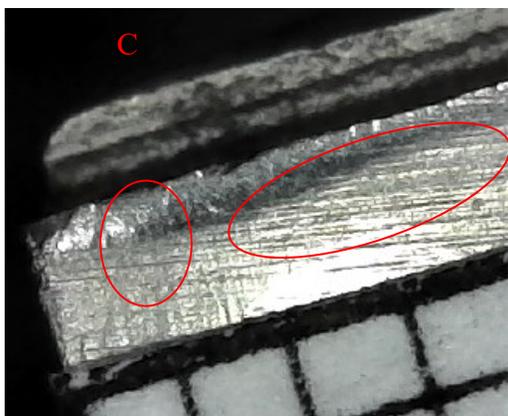
**Figura 7.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ix sin cambios B. cortador distal marca Lx presentó alisado C. cortador distal marca Hf presentó muesca.



Fuente: grupo de investigación.

El grupo de arcos 0,019”x0,025” presentó mayores cambios físicos con respecto al otro grupo, las pinzas en las que se observó mayor cantidad de desgaste fueron las Ocl presentando en esta última muestra fotográfica una fractura, alisado en la vista 1 y en la vista 2 presentó muesca, alisado y hundimiento (Figura 8) (Tabla 4).

**Figura 8.** Microfotografía digital de cortadores distales de 3 marcas diferentes. A. Cortador distal marca Ocl.



Fuente: grupo de investigación.

En la tabla 4, en la cual se encuentre los cambios físicos de las 5 marcas de cortadores distales del grupo de arcos 0,019”x0,025”, donde se evidenció la secuencia de desgaste de estas, desde la muestra inicial con 0 cortes hasta la muestra final de 500 cortes.

**Tabla 4.** Calibre de alambre 0,019”x0,025” de acuerdo al número de cortes y tipo de desgaste.

0.019”x0,025”				
Número De Cortes	Marca	Vista 1	Vista 2	
<b>0</b>	Ixion	Sin Desgaste	Sin Desgaste	
	Linux	Muesca	Muesca	
	Hu Friedy	Grieta	Sin Desgaste	
	Oe Glaxy	Sin Desgaste	Muesca	
	Ortho class	Muesca	Muesca	
<b>50</b>	Ixion	Sin Desgaste	Sin Desgaste	
	Linux	Muesca	Muesca	
	Hu Friedy	Grieta	Sin Desgaste	
	Oe Glaxy	Sin Desgaste	Muesca	
	Ortho class	Alisado	Alisado	
<b>100</b>	Ixion	Sin Desgaste	Sin Desgaste	
	Linux	Muesca	Muesca	
	Hu Friedy	Grieta	Hundimiento	
	Oe Glaxy	Sin Desgaste	Hundimiento	
	Ortho class	Alisado, Muesca Y Hundimiento	Alisado, Muesca Y Hundimiento	
<b>500</b>	Ixion	Sin Desgaste	Alisado	
	Linux	Muesca	Alisado	
	Hu Friedy	Alisado, Muesca	Alisado	
	Oe Glaxy	Alisado, Muesca	Alisado, Muesca	
	Ortho class	Fractura, Alisado Y Hundimiento	Muesca, Alisado, Hundimiento	

Fuente: grupo de investigación.

### 10.3 Comparación entre la sección transversa de arco de acero 0,018” y 0,019”x0,025”

#### 10.3.1 Cortadores distales marca Ixion.

En la muestra inicial de ambas pinzas no se observó ningún tipo de desgaste. En la muestra final donde se realizaron cortes con el arco 0,018” todas las vistas presentaron hundimiento y Grieta, pero en la muestra final donde se realizaron los cortes con el arco 0,019”x0,025”

se observó alisado en la vista 2. Se infiere que según los resultados la pinza Ixion mostró menos cambios físicos en los arcos 0,019”x0,025” (Tabla 5) (Tabla 6).

### ***10.3.2 Cortadores distales marca Linux.***

Inicialmente ambas pinzas presentaban muesca, pero en la muestra final se observó que los dos cortadores distales presentaban muesca y alisado. Las pinzas mantuvieron el mismo tipo de desgaste, y este aumentó desde la muestra inicial hasta la muestra final, pero no se evidenció diferencias en cuanto a la sección transversa de los arcos (Tabla 5) (Tabla 6).

### ***10.3.3 Cortadores distales marca Hu Friedy.***

En fotografía inicial ambos cortadores distales presentaron desgaste sin embargo en la muestra final las pinzas presentaron resultados similares, pero en los arcos 0,018” el desgaste presentó mayor severidad (Tabla 5) (Tabla 6).

### ***10.3.4 Cortadores distales marca Oe Galaxy.***

En la fotografía inicial se observó muesca en ambas pinzas y en cuanto a la sección transversa los cortadores distales presentaron el mismo tipo de desgaste en la muestra final (Tabla 5) (Tabla 6).

### ***10.3.5 Cortadores distales marca Ortho Class.***

Se evidencio en la pinza del grupo 0,018” en vista 2 que esta no presentó ningún tipo de desgaste en muestra inicial y final, a diferencia de la pinza del grupo 0,019”x0,025” que presentó desgaste desde la muestra inicial y este aumentó y fue el único cortador distal que presentó fractura (Tabla 5) (Tabla 6).

A continuación, se encuentra la tabla 3, en la cual se evidenció un resumen de los cambios físicos de las 5 marcas de cortadores distales del grupo de arcos 0,018”, donde se identificó la secuencia de desgaste de estas, desde la muestra inicial con 0 cortes hasta la muestra final de 500 cortes.

**Tabla 5.** Comparación en el calibre de alambre 0.018” de acuerdo con la muestra inicial, muestra final, marca y vista.

<b>Marca</b>	<b>Inicial Vista 1</b>	<b>Final Vista 1</b>	<b>Inicial Vista 2</b>	<b>Final Vista 2</b>
<b>Ixon</b>	Sin Desgaste	Hundimiento, Grieta	Sin Desgaste	Hundimiento
<b>Linux</b>	Muesca	Hundimiento	Muesca	Alisado
<b>Hu Friedy</b>	Grieta	Hundimiento, Grieta	Sin Desgaste	Grieta, Alisado
<b>Oe Galaxy</b>	Hundimiento	Alisado	Muesca	Muesca
<b>Ortho Class</b>	Hundimiento	Muesca, Hundimiento	Sin Desgaste	Sin Desgaste

Fuente: grupo de investigación.

En la tabla 6, se evidenció un resumen de los cambios físicos de las 5 marcas de cortadores distales del grupo de arcos 0,019”x0,025”, donde se identificó la secuencia de desgaste de estas, desde la muestra inicial con 0 cortes hasta la muestra final de 500 cortes.

**Tabla 6.** Comparación en el calibre de alambre 0,019”x 0,025” de acuerdo con la muestra inicial, muestra final, marca y vista.

<b>Marca</b>	<b>Inicial vista 1</b>	<b>Final vista 1</b>	<b>Inicial vista 2</b>	<b>Final vista 2</b>
<b>Ixon</b>	Sin desgaste	Sin desgaste	Sin desgaste	Alisado
<b>Linux</b>	Muesca	Muesca	Muesca	Alisado
<b>Hu Friedy</b>	Grieta	Grieta, alisado, muesca	Sin desgaste	Alisado
<b>Oe Galaxy</b>	Sin desgaste	Alisado, muesca	Muesca	Alisado, muesca
<b>Ortho Class</b>	Muesca	Fractura, alisado y hundimiento	Muesca	Muesca, alisado, hundimiento

Fuente: grupo de investigación.

## 11. Discusión

Este estudio evaluó la cantidad de desgaste físico de dos grupos de cortadores distales que fueron sometidos por separado a un número determinado de cortes con alambre de acero inoxidable de secciones transversas y calibres diferente, redondo 0,018” y rectangular 0,019”x0,025”, en la cual se evaluó la parte activa de los cortadores distales de cinco casas comerciales diferentes, cada una según su especificación de fabricación de su composición química, utilizadas en el tratamiento de ortodoncia. La gran mayoría de pinzas de ortodoncia presentan algún tipo de desgaste desde su fabricación.

En la revisión de la literatura se encontró muy poca información del daño en la parte activa de las pinzas cuando son sometidas a cortes, pero en la gran mayoría de estudios los cortadores distales son sometidos a los diferentes tipos de esterilización, donde también se evaluó la corrosión y el desgaste, aunque son diferentes análisis se pudo observar que estas pinzas al ser sometidas a esterilización o a cortes, presentan cambios en su parte activa.

(Jones M. P., 1993) realizaron un estudio donde se evaluó el desgaste y la corrosión de cinco tipos de pinzas de ortodoncia de diseño similar, pero de diferente fabricación, estas pinzas se utilizaron durante 6 meses, los tipos de fabricación fueron: 1 acero quirúrgico inoxidable, alicate cromado y alicate cromado más barato. El estudio indicó que todos los instrumentos eran utilizables después de los 6 meses, pero el grupo 1 de acero quirúrgico inoxidable presento menos daño y corrosión, similar al presente estudio donde un grupo de pinzas acero inoxidable presentaron pocos cambios desde el inicio hasta los 500 cortes, pero otro grupo de pinzas que presentaba una composición similar en acero inoxidable con cromo y carbono, se observó que desde el inicio hasta los 500 cortes presentó algún tipo de desgaste en el grupo de 0,018” y 0,019”x0,025”.

Por otra parte, (Londoño, 2022) evaluaron la corrosión en cortadores de ligadura sometidos a métodos de esterilización en autoclave versus desinfección de alto nivel en glutaraldehído al 2%, aunque en este estudio no se incluyeron cortadores distales ni tampoco se sometieron a cortes, se describen dos marcas de pinzas que se incluyeron en este estudio las cuales presentan la misma composición química y los resultados fueron similares ya que en las pinzas de acero quirúrgico con carburo de tungsteno se observó grietas visibles y picaduras significativas y en el presente estudio esta pinza presento, grieta y hundimiento, creando una superficie propicia para el deterioro.

Los cortes distales compuestos por acero inoxidable en su parte activa, a pesar de que son muy resistentes, sufren desgaste, daño y eventual pérdida de su eficacia con el paso del tiempo debido al corte de alambres de acero de diferentes secciones (Marcial, 2020), en este estudio se incluyeron cortadores distales los cuales en su composición química contenían acero inoxidable como lo fueron: las de acero inoxidable, acero inoxidable con carbono y acero inoxidable con cromo y carbono, las cuales presentaron diversos tipos de cambios y en diferente magnitud; a pesar de que las 3 están compuestas químicamente por acero inoxidable, algunas están acompañadas de otras aleaciones principales como la que además de estar compuesta de acero, está compuesta químicamente con cromo y carbono, así mismo

la que también contiene Carbono en su parte activa acompañado del acero inoxidable los cuales arrojaron desgastes en diferentes magnitudes a pensar de tener como base el mismo acero.

El acero inoxidable quirúrgico es una aleación a base de hierro que contiene cromo, níquel, molibdeno y pequeñas cantidades de carbono, el níquel confiere resistencia a la corrosión y facilita el proceso de fabricación, pero los iones de níquel tienen potencial de toxicidad clínica, los aceros inoxidables quirúrgicos contienen mucho más cromo y níquel que carbono, el principal elemento de aleación en los aceros ferríticos (Love, 2017) en este estudio dos marcas de pinzas fueron elaboradas a base de este acero quirúrgico las cuales son : Acero inoxidable y la de acero quirúrgico con carburo de tungsteno las cuales mostraron cambios leves al transcurrir la realización de los cortes.

En un estudio realizado por Erika Marcial, realizado con 20 cortadores distales los cuales los dividieron según su composición química, los cuales fueron sometidos a 100 cortes con arcos 0,019"x0,025" de acero inoxidable, en cual no mostraron evidencias estadísticamente significativa entre estos dos grupos de cortadores, (Marcial, 2020) en nuestro estudio se tuvo en cuenta que las 5 marcas de pinzas seleccionadas tuvieran una composición química diferente, en las cuales se observaron cambios en cuanto a la magnitud y forma de desgaste después de ser sometidas a los diferentes cortes, donde se evidenció que la pinza la cual tuvo una mayor cantidad y magnitud de desgaste fue la compuesta por acero inoxidable con carbono.

Por otro lado, en el estudio realizado por (Jones, 1989) donde se tuvieron en cuenta seis instrumentos de ortodoncia de uso común los cuales se asignaron a cuatro grupos, uno de esos grupos de instrumentos se almacenó como control, los otros tres grupos estuvieron expuestos a diferentes regímenes de esterilización o desinfección en frío durante un período prolongado. Luego, cuatro observadores juzgaron dos veces veinte características de función, corrosión y apariencia utilizando una escala analógica visual de 100 unidades, en este estudio no se encontró evidencia estadística de que la autoclave de rutina causara más daño a las pinzas que la desinfección en frío; de hecho, los datos sugirieron lo contrario. Los pinzas cromadas parecían más resistentes al daño y mantuvieron su apariencia mejor que los pinzas de acero inoxidable, teniendo en cuenta lo anterior y al contrastarlo con nuestros resultados encontramos que desde la muestra inicial la pinza acero inoxidable con cromo y carbono y la que está compuesta con acero inoxidable presentaron cambios físicos, luego al someterlas a los primeros 500 cortes con sección transversa redonda se observó que la pinza que más cambios presento fue las de pinza acero inoxidable con cromo y carbono encontrándose un alisado más grieta en una misma vista un resultado contrario a lo encontrado por el autor Jones.

En un estudio realizado por (Wichelhaus, 2004) donde realizaron la evaluación microscópica de luz y electrónica mostró que tanto la esterilización por calor como la desinfección de alto nivel causaron cambios corrosivos en las pinzas, que fueron especialmente evidentes en los cortadores de extremo distal pinza acero inoxidable con cromo y carbono. Sin embargo, esto no fue sorprendente, ya que el área soldada de los diez cortadores del extremo distal de pinza acero inoxidable con cromo y carbono era de peor

calidad que la de los otros fabricantes; Los cortadores del extremo distal de ETM mostraron daños menos extensos en el área soldada.

Con un total de 500 ciclos de esterilización, estos cambios en las áreas soldadas se observaron en las pinzas de pinza acero inoxidable con cromo y carbono después de solo 100 ciclos, mientras que los cortadores de extremo distal de ETM no revelaron cambios hasta después de 500 ciclos, estos cambios se produjeron en el área soldada en todas las muestras con esterilización por calor.

Por otro lado, en este mismo estudio evaluaron las picaduras presentes en las pinzas e indican que estas ocurrieron solo después del uso del agente desinfectante en este caso el Sekusept Extra N, además señalan que las picaduras eran evidentes tanto en los cortadores del extremo distal como en las pinzas Weingart, pero la extensión del daño dependía del fabricante. Las pinzas menos afectadas fueron los de Aesculap, ya que solo dos pares de sus cortadores mostraron picaduras, y luego solo después de 300 ciclos. Los cortadores de pinza acero inoxidable con cromo y carbono mostraron picaduras después de solo 200 ciclos, pero solo en cuatro pares de cortadores, por otro lado, los cortadores ETM también mostraron picaduras después de 300 ciclos, pero en seis pares de cortadores. Después de 500 ciclos, todos los cortadores de ETM y los compuestos por pinza acero inoxidable con cromo y carbono tratados con desinfección química mostraron picaduras. Solo se vieron afectados dos pares de cortadores Aesculap. Las picaduras eran claramente visibles bajo el microscopio óptico y el microscopio electrónico. La aparición de picaduras es una indicación típica de desinfección química. Los principales culpables son los iones de cloruro y bromuro.

Por todo lo anterior expuesto y teniendo en cuenta que en la presente investigación no se correlacionó la esterilización y como esta deteriora los cortadores distales podemos afirmar que la pinza compuesta por pinza acero inoxidable con cromo y carbono presentó un cambio físico desde los 0 cortes, específicamente a una grieta y hundimiento posterior a realizar 50 cortes lo cual indica que a pesar que esta pinza contenga acero inoxidable con cromo y carbono no es de la mejor calidad.

Finalmente, se puede afirmar que debido a que en la actualidad no hay suficiente evidencia científica, con relación a los cambios físicos que sufren los cortadores distales al ser sometidos a cierta cantidad de cortes limita en gran medida al querer debatir con otros estudios los resultados obtenidos en nuestra investigación, se sugiere para futuras investigaciones realizar estudios donde se evalúe el desgaste físico de la parte activa de la pinza ya sea bajo algún método de esterilización o desinfección de alto nivel.

## 12. Conclusiones

En los cortadores distales compuestos por acero inoxidable con carbono, se observó que en con los arcos 0,018", no se presentaron cambios en la vista 2 en todos los cortes; sin embargo, con los arcos 0,019"x0,025" fue la pinza que presentó más cambios físicos y mayor desgaste después de los 500 cortes.

Las pinzas que están compuestas por acero quirúrgico alemán con inserciones de tungsteno, reportaron menos desgaste en el grupo de arcos 0,018" y no se observaron cambios en el grupo de arcos 0,019"x0,025" en la vista 1.

En cuanto al desgaste relacionado con la sección transversa, los cortadores distales compuestos por acero inoxidable y acero quirúrgico con carburo de tungsteno, presentaron cambios similares en ambos grupos, a diferencia de las pinzas de acero quirúrgico alemán con inserciones de tungsteno y acero inoxidable con cromo y carbono, las cuales presentaron mayor desgaste con la sección transversa de arcos 0,018" y en los arco 0,019"x0,25" mostraron menos cambios; finalmente el cortador distal de acero quirúrgico con carburo presentó mayor afectación en el grupo de 0,019x 0,025.

Las pinzas compuestas por acero quirúrgico y acero inoxidable, mostraron menos cambios y desgaste, que las que están compuestas por acero inoxidable con carbono.

### 13. Referencias Bibliográficas

Askeland, D. (2004). La ciencia e Ingeniería de los Materiales: Desgaste y Erosión. *Thomson*, 4, 1004.

Askeland, D. (2004). La ciencia e Ingeniería de los Materiales: Desgaste y Erosión. 1004.

Benyahia, H., Merzouk, N., Touhami, M., & Zaoui, F. (2012). Effects of sterilization and disinfection procedures in the corrosion of orthodontic ligature cutters. *International Orthodontics*, 10(1), 1-15. doi:doi:10.1016/i.ortho.2011.12.007

Benyahia, H., Touhami, M., Forsal, L., Zaoui, F., & Aalloula, E. (2011). Corrosion resistance of niti in fluoride and acid environments. *International Orthodontics*, 7, 322-334. doi:DOI: 10.1016/S1761-7227(09)73506-5

Boothroyd, G. (1978). Fundamentos del cort de los metales y de las maquinas herramienta. *McGraw-Hill Latinoamericana Bogotá*.

Brantley, W., & Eliades, T. (2001). Orthodontic materials: Scientific and Clinical Aspects . *Thieme*.

Brantley, W., & Eliades, T. (2001). Orthodontic materials: Scientific and Clinical Aspects . *Thieme*.

Brantley, W., Guo, W., Clark, W., & Iijima, M. (2007). Microstructural studies of 35 degrees C copper Ni-Ti orthodontic wire and TEM confirmation of low-temperature martensite transformation. *Dental Materials*, 24, 204-210.

Castro, S., Ponces, M., López, J., Vasconcelos, M., & Pollmann, M. (2015). Orthodontic wires and its corrosion—The specific case of stainless steel and beta-titanium. *Journal of Dental Sciences*, 10, 1-7.

Cherkezyan, L., Zhang, D., Subramanian, H., Capoglu, I., Taflove, A., & Backman, V. (2017). Review of interferometric spectroscopy of scattered light for the quantification of subdiffractional structure of biomaterials. *Journal of Biomedical Optics*, 22(3). doi:https://doi.org/10.1117/1.jbo.22.1.010101

Ebnesaijad, S. (2014). Surface and Material Characterization Techniques.

Faneite P. (2012). Avances en la utilización de imágenes: microscopio digital y pico proyector. *Gac. méd. Caracas*, 3-7.

Guarnido- Barrera, A. (1993). Determinación de duración de herramientas de torno bajo diferentes condiciones de corte.

Hernando, R. (2020). Exploring the utility of optical microscopy versus scanning electron microscopy for the quantification of dental microwear.

- Jones. (1989). An initial assessment of the effect on orthodontic pliers of various sterilization/disinfection regimes. *British journal of orthodontics*, 16(4), 251–258.
- Jones, M. P. (1993). The effect of routine steam autoclaving on orthodontic pliers. *European Journal of Orthodontics*, 281-290.
- Kronenberg, M. (1998). *Machining Science and Application*. Pergamon Press.
- Lanfranconi, M. (2001). Historia de la microscopia. *Introd. de la Biol. de la Fac. de Ciec. Exactas y Naturales.*, 49-57.
- Londoño, L. H. (2022). *evaluación de la corrosión en cortadores de ligadura ortodonticos sometidos a métodos de esterilización y desinfección*. Armenia .
- Love, B. (2017). *Metallic Biomaterials*. Estados Unidos: Brian Love.
- Marcial, E. J. (2020). Micrographic evaluation of different widia compositions of orthodontic pliers submitted to peracetic acid and intensive use. *Revista de Odontologia UNESP*, 49. 1-9.
- Marques, V., Marques, D., Araújo, J., Medina, A., & Ramos, A. (2020). DSC analysis and evaluation of forces released on deactivation of 0.40-mm (0.016") orthodontic thermo-activated NiTi wires: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 14, 12-18.
- Mulick, J. (1986). *Upgrading sterilization in the orthodontic practice* .
- O'Neill, J. (1996). Distal end cutters-efficiency, safety and desing. *British journal of orthodontics*, 23(2), 172-176. doi:<https://doi.org/10.1179/bjo.23.2.172>
- Pulgaonkar, R., Panicker, S., & Chitra, P. (2016). Clinical Instrument Refurbishment - A chair side technique. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10(11). doi:<https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/20413.8767>
- Quincoces, R. (1997). *Características de los materiales utilizados en ortodoncia*. Universidad Complutense de Madrid, España.
- Renau-Piqueas, J., & Faura, M. (1994). Principios básicos del microscopio electrónico de barrido. *In II Reunión Científica en Biología Celular y Molecular: técnicas de microscopía, micromanipulación y análisis de imagen*, (págs. 73-92).
- Thompson, S. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 4, 297-310.
- Uribe-Restrepo, G. (2008). *Ortodoncia teoría y clínica*. Elsevier Mosby, 39.
- Wichelhaus, A. B. (2004). Corrosion of orthodontic pliers using different sterilization procedures. *Journal of orofacial orthopedics*, 65(6), 501–511.
- Yendani, A. M. (2015). *Ortohontic instrument sterilization withn microwave irradiation*. . *National library of medicine* .

Yoneyama, T., Doi, H., Hamanaka, H., Okamoto, Y., Mogi, M., & Miura, F. (1992). Super-elasticity and thermal behavior of Ni-Ti alloy orthodontic arch wires. *Dental materials journal*.