



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Ortodoncia

EVALUACIÓN DE LA FRICCIÓN QUE PRESENTAN LOS BRACKETS ROTH  
OVATION Y ROTH SYNTHESIS DESPUÉS DE TRES AÑOS DE USO.

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de  
Especialidad en Ortodoncia

**Presenta:**

M.E. Viridiana Loredo Padilla

**Dirigido por:**

C.D.E.O. Verónica Reyes Reséndiz

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Marzo 2021  
México

## Resumen

**Introducción:** La resistencia al deslizamiento del alambre en el slot del bracket, durante las mecánicas de Ortodoncia, influye en la magnitud de la fuerza transmitida a los dientes y puede tener implicaciones clínicas. Esta resistencia está directamente asociada con la fuerza de fricción del sistema bracket-alambre-ligadura que básicamente depende de la rugosidad superficial de los materiales que componen al sistema. El envejecimiento intraoral de los materiales de Ortodoncia durante el uso clínico afecta sus propiedades químicas y mecánicas. El cambio más común es el aumento de la rugosidad de la superficie de los materiales, que se considera la principal causa del aumento de la fuerza de fricción entre el slot y el alambre. El aumento de la rugosidad de la superficie puede ser causado por: retención de debris y placa, corrosión debido a la presencia de sustrato bacteriano y disminución del pH y la interacción entre el alambre y el bracket durante las mecánicas de deslizamiento. Por lo tanto, la comprensión de la degradación de los brackets y cómo afecta la fuerza de fricción es esencial para los médicos porque podría tener implicaciones en la eficiencia del tratamiento de Ortodoncia. **Objetivo:** determinar que brackets presentan mayor fricción después de tres años de uso, Roth Synthesis o Roth Ovation. **Material y métodos:** el diseño de este estudio es transversal, experimental y analítico, el universo estuvo constituido por brackets retirados de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, el tamaño de la muestra fue de 96 brackets usados y 48 brackets nuevos como grupo control, las variables en este estudio fueron la fricción y los brackets nuevos y usados. El análisis estadístico que se realizó fue t de Student. **Resultados:** hubo diferencia estadísticamente significativa en el nivel de fricción entre brackets nuevos y usados de la misma marca, pero no hubo diferencia significativa al comparar ambas marcas. Sin embargo, los brackets Ovation usados mostraron niveles de fricción ligeramente mayores a los Synthesis usados. **Conclusiones:** hay un aumento significativo entre los niveles de fricción entre brackets nuevos y usados de la misma marca.

(**Palabras clave:** fricción, brackets, Roth, Ovation, Synthesis)

## Summary

**Introduction:** the sliding resistance of the wire in the bracket slot, during orthodontic mechanics, influences the magnitude of force transmitted to the teeth and may have clinical implications. This resistance is directly associated with the friction force of the bracket-wire-ligature system, which basically depends on the surface roughness of the system component materials. Intraoral aging of orthodontic materials during clinical use affects their chemical and mechanical properties. The most common change is an increase of the materials surface roughness, which is considered the main cause of bracket-wire friction force increase. Increase of surface roughness can be caused by: debris and plaque retention, corrosion due to the presence of a bacterial substrate and pH decrease, and frictional interactions between the wire and the bracket slot during sliding mechanics. Therefore, understanding of the brackets degradation and how it affects the friction force is essential for clinicians because it could have implications in orthodontic treatment efficiency. **Objective:** determine which brackets show greater friction after three years of use, Roth Synthesis or Roth Ovation. **Materials and methods:** The design of this study is cross-sectional, experimental and analytical, the universe consisted of brackets removed from patients who met the inclusion criteria, the sample size was 96 used brackets and 48 new brackets as a control group, the variables in this study were friction and new and used brackets. The statistical analysis that was carried out was Student's t test. **Results:** there was a statistically significant difference in the friction level between new and used braces of the same brand, but there was no significant difference when comparing both brands. However, the used Ovation brackets showed slightly higher friction levels than the used Synthesis **Conclusions:** there is a significant increase of friction levels between new and used brackets of the same brand.

(**Key words:** friction, brackets, Roth, Ovation, Synthesis)

## Dedicatorias

Para mi Mamá y Papá.

Gracias por el amor, la confianza y el apoyo incondicional, lo hicimos equipo.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## **Agradecimientos**

Dra. Vero, muchas gracias por acompañarme y apoyarme a lo largo de esta investigación.

Dr. Rubén gracias por su tiempo, paciencia e interés.

Gracias a todos mis maestros, por su calidad humana y su disposición por enseñar.

Gracias a mis amigos de Especialidad, fueron lo mejor de estos dos años.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## Índice

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Resumen</b>	i
<b>Summary</b>	ii
<b>Dedicatorias</b>	iii
<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>Índice</b>	v
<b>Índice de cuadros</b>	vii
<b>Abreviaturas y siglas</b>	viii
<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Antecedentes/estado del arte</b>	3
II.1 La fricción en diversos sistemas Ortodóncicos.	3
<b>III. Fundamentación teórica</b>	6
III.1 Fricción	6
III.2 Corrosión	7
<b>IV. Hipótesis o supuestos</b>	8
<b>V. Objetivos</b>	8
V.1 General	8
V.2 Específicos	8
<b>VI. Material y métodos</b>	9
VI.1 Tipo de investigación	9
VI.2 Población o unidad de análisis	9
VI.3 Muestra y tipo de muestra	9
VI.3.1 Criterios de selección	9
VI.3.2 Variables estudiadas	10
VI. 4 Técnicas e instrumentos	11
VI. 5 Procedimientos	11
VI.5.1 Análisis estadístico	14
<b>VII. Resultados</b>	15
<b>VIII. Discusión</b>	17

<b>IX. Conclusiones</b>	21
<b>X. Propuestas</b>	22
<b>XI. Bibliografía</b>	23
<b>XII. Anexos</b>	27

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
VII.1	Resistencia a la fricción entre brackets Roth Ovation usados y nuevos.	15
VII.2	Resistencia a la fricción entre brackets Roth Synthesis usados y nuevos.	15
VII.3	Resistencia a la fricción entre brackets Roth Ovation usados y Synthesis usados	16

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## **Abreviaturas y siglas**

MPU: Maquina Universal de Pruebas

N: Newtons

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## I. INTRODUCCIÓN

La corrosión de los aparatos de Ortodoncia en el entorno oral ha preocupado a los investigadores durante algún tiempo. Esta preocupación se centra en dos cuestiones principales: si los productos de corrosión son absorbidos por el cuerpo y causan efectos localizados o sistémicos; y cuáles son los efectos de la corrosión en las propiedades físicas y el rendimiento clínico de los aparatos de Ortodoncia (House et al., 2008).

Los experimentos de laboratorio que simulan la degradación *in vivo* de los brackets metálicos han permitido estimar el efecto de su exposición a la cavidad oral, pero carecen de la consistencia requerida para representar la complejidad de la misma. Las variaciones de temperatura y pH causadas por la dieta, descomposición de alimentos, la flora oral y sus subproductos son importantes factores a considerar al evaluar el comportamiento de los materiales dentales. Sumándole a esto, la aparatología está bajo fuerzas masticatorias y cargas multiaxiales que también juegan un papel importante en la biomecánica Ortodóncica (Regis et al., 2011).

Las alteraciones de la superficie en los brackets pueden comprometer la estética del aparato, aumentar la adhesión microbiana, modificar el torque, causar fracturas durante el uso clínico e influir en la magnitud de la fricción entre el bracket y el arco (Regis et al., 2011).

Superar la fricción entre dos superficies exige una consideración importante en el diseño del bracket y el arco, ya que la fricción se opone a cada acción que un Ortodoncista aplique para mover los dientes (Doshi y Bhad-Patil, 2011).

Hay dos tipos de fricción: estática y cinética. La fricción estática se opone a cualquier fuerza aplicada. Su magnitud es exactamente la que debe ser para evitar el movimiento entre dos superficies, hasta el punto en que se supera y comienza el

movimiento. La fricción cinética, que generalmente es menor que la fricción estática, se opone a la dirección o movimiento del objeto. Para todos los propósitos prácticos, la fricción cinética es irrelevante en el movimiento de los dientes porque el movimiento continuo a lo largo de un arco rara vez ocurre. Las fuerzas y la resistencia al deslizamiento cambian a medida que el diente se mueve por el arco, se genera una respuesta biológica y se endereza a medida que el hueso se remodela alrededor de la raíz (Burrow, 2009).

El coeficiente de fricción depende de la rugosidad relativa del material. La rugosidad de la superficie es una característica del material en sí, de su vida útil y de los procesos de fabricación (pulido, tratamiento térmico). Todas las superficies, no importa cuán lisas sean, tienen irregularidades, y los contactos reales ocurren solo en unos pocos picos o asperezas. La situación más deseable e ideal, entonces, es aquella en la que existe poca o ninguna fricción (Kapila et al., 1990).

Por lo tanto, comprender las fuerzas de fricción entre los brackets y los alambres es esencial para lograr el movimiento adecuado de los dientes y una respuesta biológica óptima (Doshi y Bhad-Patil, 2011).

#### Justificación

Existen múltiples estudios *in vitro* que evalúan la superficie de los brackets y su relación con la fricción. Se han comparado diferentes marcas, prescripciones, materiales y se han utilizado brackets de diferentes dientes, pero en la actualidad no existen estudios que hagan una comparación entre brackets Ovation y Synthesis de la prescripción Roth.

## II. ANTECEDENTES

### II.1 La fricción en diversos sistemas Ortodóncicos.

Debido a que se cree que la resistencia a la fricción es un factor dominante en la determinación de los niveles de fuerza requeridos para mover los dientes, es importante evaluar la interfaz del slot y el alambre y la fuerza que pueden producir durante la mecánica de deslizamiento (Kapur et al., 1999).

Regis et al. (2011) compararon un total de 95 brackets de diferentes tipos (premolares, caninos e incisivos de ambos arcos). La muestra comprendió 3 marcas: 32 brackets de acero inoxidable Mini Edgewise estándar (American Orthodontics), 34 brackets de acero inoxidable Kirium Edgewise (3M) y 29 brackets de prescripción Roth preajustados NuEdge (TP Orthodontics) de aleación de cobre y cromo. Los brackets fueron retirados de 7 pacientes que habían culminado su tratamiento en 41 meses.

Analizaron su estructura por medio de un microscopio electrónico óptico para observar el desgaste y alteraciones que presentaban en su superficie y posteriormente correlacionarlo con lo obtenido en las pruebas de fricción, las cuales realizaron por medio de una maquina universal de pruebas (MUP) que registraba la fuerza requerida para deslizar un alambre de acero inoxidable 0.019 x 0.025" a través del slot de cada uno de los brackets.

Concluyeron que los brackets retirados presentan alteraciones de la superficie por corrosión, desgaste y deformación plástica y que esto a su vez trajo un aumento entre 10-20% en la resistencia al deslizamiento entres dos de las marcas evaluadas.

Liu et al. (2013) realizaron un estudio en que analizaron la rugosidad de la superficie del slot de brackets y la fricción entre brackets y arcos de acero inoxidable antes y después del tratamiento de Ortodoncia. Hubo cuatro grupos experimentales: los grupos 1 y 2 fueron brackets 3M nuevos y retirados de pacientes,

respectivamente, y los grupos 3 y 4 fueron brackets BioQuick nuevos y retirados de pacientes, respectivamente.

Todos los brackets retirados fueron tomados de pacientes con extracciones de primeros premolares, en los que se utilizó mecánica de deslizamiento para cerrar el espacio de las extracciones. La rugosidad de la superficie de las muestras se evaluó utilizando un perfilómetro de interferometría óptica y las pruebas de fricción por medio de un Micro-Tribotester. En este estudio usaron alambres de acero inoxidable 0.016 x 0.022 para irlo deslizando a través de cada bracket, el cual se encontraba fijo a una placa de acrílico.

El tratamiento de Ortodoncia resultó en un aumento significativo en la rugosidad de la superficie y el coeficiente de fricción para ambas marcas de brackets. Sin embargo, no hubo diferencia significativa por marca para brackets nuevos o recuperados. Estos resultados destacan la necesidad de reevaluar las propiedades y el comportamiento clínico de los brackets para tomar las decisiones de tratamiento adecuadas.

Araújo et al. (2015) compararon el grado de debris y fricción de brackets de Ortodoncia convencionales y de autoligado antes y después de su uso clínico. Ambos de prescripción Roth y marca Kirium. A ocho pacientes se les bondeo un conjunto de tres brackets convencionales y de autoligado desde el primer molar al primer premolar en ocho individuos, para un total de 16 sets por tipo de brackets. Se insertó en el slot un segmento pasivo de arco de acero inoxidable de 0.019 x 0.025". La fuerza de fricción y el nivel de debris se evaluaron en los nuevos y después de 8 semanas de exposición intraoral, únicamente de los brackets de segundos premolares.

El análisis de su superficie se realizó por medio de lentes de magnificación 20X y las pruebas de fricción por medio de una MUP.

Después de la exposición intraoral, hubo un aumento significativo de la acumulación de debris y en la fricción en ambos sistemas de brackets. Sin embargo,

los brackets de autoligado mostraron una mayor cantidad de debris en comparación con los brackets convencionales.

Chaptini et al. (2016) evaluaron el impacto del desgaste intraoral, la acumulación de debris y la fricción en tubos de molares después del uso intraoral.

Un total de 80 tubos convertibles de primer molar utilizados intraoralmente fueron retirados de 20 pacientes, después de 6 meses de tratamiento. Las muestras se dividieron en ocho grupos según el cuadrante bucal y el tipo de examen (cuatro grupos de diez tubos para microscopio electrónico de barrido y cuatro grupos de diez tubos para prueba de fricción).

El examen del microscopio electrónico de barrido se realizó después de abrir las tapas convertibles y la prueba de fricción se realizó con un alambre de acero inoxidable de 0.019 x 0.025" el cual deslizaron por el tubo por medio de la MUP. Los tubos fueron fijados a placas de acrílico que sirvieron de soporte.

Llegaron a la conclusión de que hubo un aumento significativo en la cantidad de debris y en la fuerza de fricción después de 6 meses de exposición intraoral. Los puntajes de debris fueron más altos (aumento del 10%) en los tubos superiores en comparación con los inferiores, sin diferencias estadísticas.

Su importancia clínica es que los tubos molares deben limpiarse, antes y durante la mecánica de deslizamiento, para minimizar la fricción y lograr los objetivos del tratamiento de manera efectiva.

### III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### III.1 Fricción

Fuerza que retarda o resiste el movimiento relativo de dos superficies en contacto, y su dirección es tangencial al límite común de ambas (Normando et al., 2011).

Hay dos tipos distintos de fricción: estática y cinética. Inicialmente, se debe superar la fricción estática para comenzar a mover el diente y luego, cuando se mueve el diente, se produce la fricción cinética y el arco se mueve en la dirección de la fuerza aplicada (Normando et al., 2011).

La primera ley de fricción establece que la fuerza de fricción es proporcional a la carga aplicada (N) por una constante, el coeficiente de fricción ( $\mu$ ) (Doshi y Bhad-Patil., 2011).

La fuerza de fricción es proporcional a la fuerza con la que se presionan las superficies (rugosa, lisa, químicamente reactiva o pasiva, modificada por lubricantes, etc.). Es muy interesante el hecho de que la fricción sea independiente de la superficie aparente de contacto. Esto se debe a que toda superficie, independientemente de su suavidad, presenta irregularidades que son importantes a escala molecular, y el contacto real solo se produce a nivel de un limitado número de pequeños puntos en los salientes de las irregularidades superficiales. Esos puntos, denominados asperezas, soportan toda la carga entre ambas superficies. Incluso con cargas muy leves, la presión local a nivel de las asperezas puede provocar una sensible deformación plástica de esas pequeñas zonas. Debido a ello, la verdadera superficie de contacto depende en gran medida de la carga aplicada y es directamente proporcional a la misma (Proffit et al., 2008).

Cuando se aplica una fuerza tangencial para hacer que un material se deslice sobre otro, los puntos de unión empiezan a desgastarse. Por consiguiente, el coeficiente de fricción es proporcional a la resistencia al desgaste de las uniones e inversamente proporcional al límite de elasticidad de los materiales (ya que dicho

límite determina el grado de deformación plástica de las asperezas). A velocidades de deslizamiento reducidas, se puede producir un fenómeno de “adhesión-deslizamiento” al acumularse fuerza suficiente para desgastar los puntos de unión y producirse un salto, volviendo a adherirse a superficies posteriormente hasta que se vuelva a acumular fuerza suficiente como para romperlos (Proffit et al., 2008).

### III.2 Corrosión

La corrosión se produce por la pérdida de iones metálicos directamente en la solución o por la disolución progresiva de una película superficial, generalmente un óxido o un sulfuro. Mientras que algunos metales son nobles y virtualmente inertes, por ejemplo, el oro y el platino, este no es el caso de los metales que se usan comúnmente en Ortodoncia (House et al., 2008).

Esencialmente, la corrosión se produce a partir de 2 reacciones simultáneas: oxidación y reducción (redox). Este proceso de corrosión continúa hasta que el metal se consume por completo, a menos que el metal pueda formar una capa superficial protectora (pasivación). El nivel de corrosión de cualquier metal depende de la química del solvente en el que está sumergido (House et al., 2008).

Las aleaciones de acero inoxidable, cobalto-cromo y titanio que se utilizan en los aparatos de Ortodoncia forman una película de óxido superficial pasiva para resistir la corrosión. Esta capa protectora no es infalible; es susceptible a roturas tanto mecánicas como químicas (House et al., 2008).

La susceptibilidad a la corrosión está influenciada por la composición de la aleación, su microestructura, los procedimientos de fabricación y el impacto en la tensión interna del material (Regis et al., 2011).

#### **IV. HIPÓTESIS**

Hipótesis de trabajo

Los brackets Roth Ovation presentan mayor fricción que los Roth Synthesis después de 3 años de uso.

Hipótesis nula

Los brackets Roth Ovation presentan menor fricción que los Roth Synthesis después de 3 años de uso.

#### **V. OBJETIVOS**

V.1 OBJETIVO GENERAL: determinar que brackets presenta mayor fricción después de tres años de uso, Roth Synthesis o Roth Ovation.

##### **V.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir la fricción que presentan los brackets Roth Synthesis nuevos.
- Medir la fricción que presentan los brackets Roth Ovation nuevos.
- Medir la fricción que presentan los brackets Roth Synthesis con tres años de uso.
- Medir la fricción que presentan los brackets Roth Ovation con tres años de uso.
- Comparar la fricción que presentan los brackets Roth Synthesis nuevos contra brackets Roth Synthesis con tres años de uso.
- Comparar la fricción que presentan los brackets Roth Ovation nuevos contra brackets Roth Ovation con tres años de uso
- Comparar la fricción que presentan los brackets Roth Synthesis contra los Roth Ovation con tres años de uso.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **VI.1 Tipo de investigación:**

Experimental *In vitro*.

### **VI.2 Población o unidad de análisis**

Brackets retirados de pacientes que finalizaron su tratamiento y cumplieron con los criterios de inclusión.

### **VI.3 Muestra y tipo de muestra**

El tamaño de la muestra fue de 96 brackets usados y 48 brackets nuevos (grupo control).

#### **VI.3.1 Criterios de selección**

Brackets de incisivos y caninos con la prescripción Roth de la marca Ovation de la casa comercial GAC y brackets Synthesis de la casa comercial ORMCO, los cuales fueron retirados de pacientes con las siguientes características:

- Tratamiento completado en un periodo de 36 meses.
- Que hayan presentado apiñamiento severo (más de 6mm de discrepancia).
- Extracciones de primeros o segundos premolares.

### VI.3.2 Variables estudiadas

#### DEPENDIENTE

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Fricción	Fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre otra.	Midiendo la fuerza que se requiere para que un alambre deslice sobre el slot de un bracket.	Cuantitativa	Continua	Newtons

#### INDEPENDIENTE

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Brackets Ovation	Brackets de la casa comercial GAC nuevos y con tres años de uso.	Se le colocara un alambre 0.019x 0.025" de acero inoxidable para realizar las pruebas de fricción.	Cualitativa	Nominal	-

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Brackets Synthesis	Brackets de la casa comercial ORMCO nuevos y con tres años de uso.	Se le colocaran un alambre 0.019x 0.025" de acero inoxidable para realizar las pruebas de fricción.	Cualitativa	Nominal	-

#### **VI.4 Técnicas e instrumentos**

Se midió la máxima resistencia a la fricción que presentaban brackets Ovation y Synthesis usados y nuevos, por medio de una Máquina Universal de Pruebas que deslizó un alambre de acero inoxidable 0.019 x 0.025” a través del slot de los brackets y a su vez registró el valor más alto de fuerza que requirió para realizar dicha tarea. Los resultados se registraron en tablas en Excel para posteriormente realizar el análisis estadístico por medio de t de Student.

#### **VI.5 Procedimientos**

##### Obtención de las muestras

El retiro de los brackets a los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión se realizó con una pinza de corte de ligadura American Orthodontics, la cual se apoyó únicamente en la base del bracket para evitar cualquier deformación de las aletas y por consiguiente del slot.

Una vez que fueron retirados los brackets se almacenaron en contenedores marcados con el número de muestra, marca de brackets (O: Ovation, S: Synthesis), si eran nuevos (N) o usados (U) y número de órgano dentario correspondiente (Fig. 1).

Las muestras se dejaron en solución desinfectante Lysol 2 horas para posteriormente cepillar la superficie del slot de cada bracket por medio de un cepillo eléctrico Oral-B Vitality Precision Clean por 1 minuto, cubriendo cada pared del mismo y así lograr la completa eliminación de cualquier elemento orgánico que pudiera intervenir en las pruebas de fricción. Posteriormente, se les colocó una gota de alcohol al 70% para que se evaporara cualquier líquido que tuviera en la superficie ya que las pruebas se realizaron en seco totalmente. Por último, se volvieron a almacenar en su sitio correspondiente dentro de los contenedores.

## Montaje de las muestras

Para montar cada una de las muestras se trazaron rectángulos en una placa de acrílico preformada de 3mm de grosor (Fig.2). Las medidas de los rectángulos fueron 2.5cm de ancho y 6cm de largo. Se les dibujó una línea vertical que pasara exactamente por el centro de su longitud y otras líneas de forma horizontal a 1cm (A) y 2cm (B). En la línea A se colocó el bracket y la línea B fue el límite hasta donde llegaba el extremo del alambre que se le colocaría al bracket posteriormente (Fig. 3).

Se usó una tira de alambre 0.019 x 0.025" de acero inoxidable de 30cm que entrara de forma pasiva en todos los brackets colocados a lo largo del mismo, para que, al realizar las pruebas de fricción, los brackets no tuvieran ningún tipo de inclinación que interfiriera con el resultado.

Los brackets fueron pegados a la placa de acrílico con Cianoacrilato de brocha, para impedir que cualquier resto del pegamento se fuera al slot del bracket y a su vez cuidando que se encontraran totalmente pasivos.

Cada uno de los rectángulos se identificaban con el número de muestra, marca (O: Ovation, S: Synthesis), si eran nuevos (N) o usados (U) y el número de órgano dentario correspondiente. Una vez las muestras se encontraron perfectamente pegadas, se recortó cada uno de los rectángulos para que quedaran pequeñas placas (Fig.2).

En el caso de los brackets nuevos (grupo control), no se les realizó ningún protocolo de limpieza y se colocaron en su placa de acrílico directamente sacados de la caja del fabricante.

Se recortaron segmentos de alambre 0.019 x 0.025" de acero inoxidable marca Dentaureum de 4cm de longitud para ser fijados a cada uno de los brackets y realizar las pruebas de fricción.

## Pruebas de fricción

Se realizaron por medio de una Máquina Universal de Pruebas (MUP) CMS Metrology modelo WDW.

Previo a montar la placa de acrílico con el bracket a la máquina, se le fijó el segmento de alambre por medio de un módulo elástico marca Borgatta para que no hubiera variaciones en la elasticidad del mismo.

La parte inferior de la placa quedó fija en la base de la MUP, por debajo de la línea B y el extremo del alambre se fijó a la parte superior de la misma, cuidando que el alambre se encontrara completamente paralelo tanto vertical como horizontalmente a la placa de acrílico (Fig. 3 y 4).

Se configuró la máquina para que subiera el alambre a una velocidad de .5mm/min durante 2 minutos. Al finalizar la prueba se registró el valor más alto de fuerza que se detectó durante ese tiempo. Los valores se registraron en Newtons (N), junto con el número de muestra, marca, órgano dentario y si el bracket era nuevo o usado, la información fue guardada en tablas de Excel.

Los brackets y segmentos de alambre solo fueron sometidos a una sola prueba.

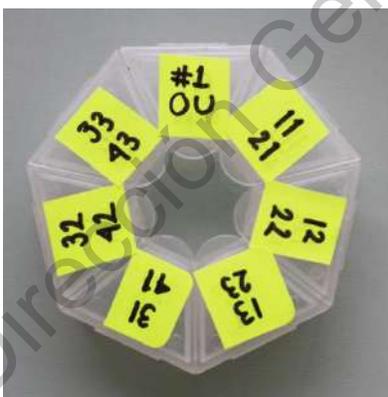


Fig. 1 Contenedor de las muestras.

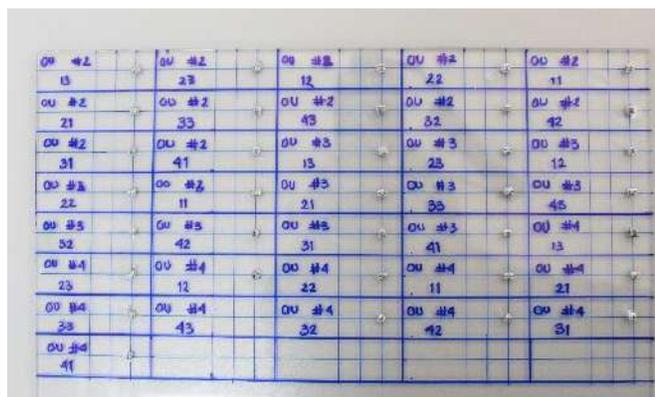


Fig. 2 Placa de acrílico con las muestras montadas previo al recorte de cada una.

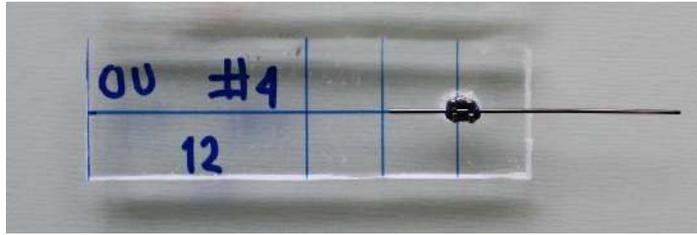


Fig. 3 Muestra lista para la prueba de fricción.

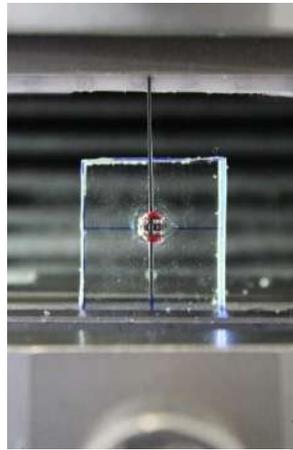


Fig. 3 Muestra colocada en la MUP.



Fig. 4 La MUP llevaba al alambre hacia arriba a una velocidad de .5mm/min.

### VI.5.1 Análisis estadístico

Se realizó utilizando el software Grap Pad Prism y se consideró significancia estadística cuando  $p$  fue  $\leq 0.05$ . Se aplicó la prueba estadística  $t$  de Student.

## VII. Resultados

VII.1 En la tabla 1. Se muestra que se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de fricción entre brackets nuevos y usados de la marca Ovation.

Tabla 1. Resistencia a la fricción entre brackets Roth Ovation usados y nuevos.

	<b>Grupo 1 Brackets Roth Ovation nuevos (n=24)</b>	<b>Grupo 2 Brackets Roth Ovation usados (n=48)</b>	<b>P-valor</b>
	<i>Promedio ± DE (Rango)</i>		
<b>Resistencia a la fricción (N)</b>	1.57 ± 0.09 (1.4 – 1.74)	1.82 ± 0.25 (1.45 – 2.6)	< 0.0001 <sup>a</sup>

DE: desviación estándar; N: Newtons; <sup>a</sup> t de Student.

VII.2 En la tabla 2. Se muestra que se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de fricción entre brackets nuevos y usados de la marca Synthesis.

Tabla 2. Resistencia a la fricción entre brackets Roth Synthesis usados y nuevos.

	<b>Grupo 1 Brackets Roth Synthesis nuevos (n=24)</b>	<b>Grupo 2 Brackets Roth Synthesis usados (n=48)</b>	<b>P-valor</b>
	<i>Promedio ± DE (Rango)</i>		
<b>Resistencia a la fricción (N)</b>	1.55 ± 0.08 (1.4 – 1.7)	1.78 ± 0.23 (1.38 – 2.5)	< 0.0001 <sup>a</sup>

DE: desviación estándar; N: Newtons; <sup>a</sup> t de Student.

VII.3 En la tabla 3. Se muestra que no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de fricción de brackets usados Ovation y brackets usados Synthesis. Pero se observa que los Ovation presentaron un nivel ligeramente mayor en sus niveles de fricción.

Tabla 3. Resistencia a la fricción entre brackets Roth Ovation usados y Synthesis usados

	<b>Grupo 1 Brackets Roth Ovation usados (n=48)</b>	<b>Grupo 2 Brackets Roth Synthesis usados (n=48)</b>	<b>P-valor</b>
	<i>Promedio ± DE (Rango)</i>		
<b>Resistencia a la fricción (N)</b>	1.82 ± 0.25 (1.45 – 2.6)	1.78 ± 0.23 (1.38 – 2.5)	0.4288 <sup>a</sup>

DE: desviación estándar; N: Newtons; <sup>a</sup> t de Student.

## VIII. Discusión

Existen múltiples investigaciones sobre las variaciones en la fricción que presentan los brackets retirados de pacientes, ya que se busca generar información para ayudar al clínico a comprender y aclarar que sucede en la superficie de cada bracket que es sometido a diversas fuerzas en un ambiente tan complejo como lo es la cavidad oral y durante un largo periodo de tiempo, ya que todo esto puede traer implicaciones en la eficiencia de los tratamientos Ortodóncicos.

En esta investigación y en las previamente realizadas respecto al tema, se reconoce las dificultades para estandarizar las muestras obtenidas de pacientes, debido a las características propias de cada paciente, hábitos, metabolismo, higiene, mecánicas realizadas a lo largo del tratamiento, entre otras cosas. A pesar de esto se han logrado obtener resultados significativos que, si bien no son completamente exactos, nos acercan mucho al conocimiento de que es lo que sucede con la estructura de los brackets después de un tiempo.

Los brackets retirados de pacientes han mostrado comportamientos diversos en la literatura. Estos resultados pueden atribuirse a la diversidad de los materiales analizados (brackets, arcos, tipo de ligadura) el tiempo de exposición al ambiente bucal y las características del paciente (Regis et al., 2011).

La presente investigación concluyó que existe un aumento estadísticamente significativo en los niveles de fricción en brackets retirados de pacientes respecto a brackets nuevos, lo que nos indica que la superficie de los brackets si sufre modificaciones en su estructura a lo largo del tratamiento y que podría influir en los resultados finales del mismo. Esto coincide con las conclusiones de múltiples estudios realizados previamente.

Regis et al., (2011) realizó una investigación muy similar, en la que comparó tres marcas de brackets retirados de pacientes que concluyeron su tratamiento en un promedio de 41 meses, la comparación se dio entre brackets con prescripción Roth y Edgewise. Araújo et al., (2015) igualmente uso la prescripción Roth para

comparar dos tipos de brackets, convencionales y de autoligado, pero únicamente los expuso a la cavidad oral por 2 meses. Esta investigación se enfocó en dos marcas diferentes, Ovation y Synthesis, de la prescripción Roth exclusivamente y de ligado convencional, los cuales fueron obtenidos en tratamientos que duraron aproximadamente 36 meses. Fueron elegidos debido a que son los que se usan principalmente en la clínica de la especialidad de Ortodoncia de la UAQ.

Otras investigaciones como las de Phiton et al., (2013), Mendes et al., (2014) y Dos Santos et al., (2015) usaron únicamente brackets prescripción Edgewise y fueron retirados de pacientes con tratamientos de 12, 24 y 36 meses.

Los brackets Edgewise, no poseen ningún torque o tipping en la estructura del slot. A pesar de las angulaciones que presentan las prescripciones usadas en otros estudios como Roth o MBT, todas las pruebas se realizaron colocando los brackets en un completo paralelismo respecto al alambre que se les colocó, para que no influyera ninguna angulación en los resultados de las pruebas de fricción.

Excepto por Liu et al. (2013), los demás investigadores si comentaron la forma en que se retiraron los brackets de los pacientes para recalcar la importancia de hacerlo con mucha precaución para evitar distorsiones de las aletas del slot. En esta investigación, en la de Ribeiro et al., (2012) y la de Araújo et al. (2015) se utilizaron pinzas de corte de ligadura para el retiro. Regis et al. (2011), Phiton et al., (2013) y Mendes et al., (2014) optaron por usar pinzas quita brackets. Y el único estudio que menciona el uso de una pistola removedora de brackets fue el de Dos Santos et al. (2015).

En este estudio un total de 96 muestras fueron obtenidas de pacientes, se incluyeron incisivos y caninos. Regis et al., (2011) obtuvo 95 brackets tanto premolares, incisivos y caninos. El menor número de muestras fue el de Araújo et al. (2015) con 24 muestras. Las restantes investigaciones tenían un promedio entre 40 y 80 muestras.

Después de la obtención de muestras, cada una fue sometida a un protocolo de limpieza previo para eliminar cualquier elemento orgánico de la superficie del slot. El protocolo de limpieza de los brackets en esta investigación se basó en lo previamente realizado por Regis et al. (2011), Phiton et al., (2013) y Dos Santos et al. (2015). Los cuales a su vez también les realizaron una inspección por medio de un microscopio óptico para descartar que quedara algún residuo.

El alambre usado principalmente en la mayoría de los estudios fue el de acero inoxidable 0.019 x 0.025" ya que se reconoce que es el más utilizado en las mecánicas de deslizamiento. Únicamente Liu et al., (2013) usaron calibre 0.016 x 0.022" de acero inoxidable a pesar de usar brackets con slot .022 como en las otras investigaciones, al igual que no mencionaron la prescripción de los mismos.

Ribeiro et al., (2012) no mencionó ningún protocolo de limpieza, pero sus muestras fueron almacenadas en agua destilada la cual también usaron como lubricante durante las pruebas de fricción. En esta investigación y en las mencionadas previamente, las pruebas se hicieron en seco. Actualmente existe mucha controversia en el tema sobre si la saliva o algún sustituto de la misma puede ser usado como lubricante para acelerar el deslizamiento del arco sobre el bracket. Se han llegado a resultados contradictorios respecto al tema, como los de Al-Khatib et al., (2005) que dicen que la fricción disminuye en la presencia de saliva u otros como los de Downin et al., (1995) y Kusy (1991) que concluyen que la saliva artificial no actúa como lubricante en mecánicas de deslizamiento.

En esta investigación se ligó el alambre a los brackets por medio de módulos elásticos justo antes de cada prueba, para evitar variaciones en su elasticidad. Estudios como el de Pithon et al., (2013) y Regis et al. (2011) lo hicieron tanto con módulos elásticos y con ligaduras metálicas.

La mayoría de los estudios se enfocaron en brackets de premolares, caninos e incisivos. La única investigación que se ha enfocado en tubos de molares retirados de paciente y con prescripción MBT es la de Chaptini et al. (2016), la cual considera que los tubos juegan un papel muy importante en el deslizamiento del

arco y que usualmente no se le da la importancia debida, concluyendo que son elementos que están expuestos a una gran cantidad de debris que compromete mucho el nivel de fricción del arco que pasa a través de ellos.

La presente investigación tuvo como objetivo únicamente evaluar la fricción por medio de la maquina universal de pruebas, la cual midió la mayor cantidad de fuerza que requirió el alambre para deslizarse sobre el slot del bracket. Sin embargo, otras investigaciones también realizaron análisis de la estructura del slot por medio de microscopia electrónica de barrido (Chaptini et al., 2016; Mendes et al., 2014), microscopio óptico de luz reflejada (Regis et al., 2011; Ribeiro et al., 2012; Pithon et al., 2013; Dos Santos et al., 2015;) o perfilómetros (Liu et al., 2013) que escaneaban la superficie de los brackets para correlacionar los cambios estructurales que presentaban en la superficie del slot con lo arrojado en las pruebas de fricción, llegando a la conclusión de que hay una plena relación entre ambas.

La exposición de los brackets a la cavidad oral genera una paulatina afectación de su superficie, generando más rugosidad en la misma y sumándole la acumulación de debris, traerá como consecuencia un aumento en los niveles de fricción (Regis et al., 2011; Ribeiro et al., 2012; Liu et al., 2013; Pithon et al., 2013; Araújo et al., 2015; Dos Santos et al., 2015; Chaptini et al., 2016).

Ribeiro et al., (2012) y Dos Santos et al., (2015) recalcan la importancia de la colocación de brackets de buena calidad, así como la limpieza de brackets y arcos en cada cita para alargar la vida útil del sistema y alcanzar los objetivos del tratamiento.

## **IX. Conclusiones**

Hubo un aumento estadísticamente significativo en los niveles de fricción de brackets nuevos y usados de cada marca, lo que comprueba que si se compromete la estructura del slot de los brackets después de 36 meses expuestos en cavidad oral.

Sin embargo, no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa al comparar los niveles de fricción que presentaron los brackets Ovation usados con los Synthesis usados, pero se observó que los de la marca Ovation presentaron niveles ligeramente superiores a los Synthesis.

Dirección General de Bibliotecas de la UAQ

## **IX. Propuestas**

Sería interesante darle continuidad a este estudio por medio de una comparación entre todas las marcas de brackets que se manejan en la clínica de la Especialidad de Ortodoncia de la UAQ, para saber que brackets presentan mayor resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo y así ofrecer la mejor calidad en materiales a los pacientes que acuden a la clínica.

Considero importante que el clínico tome mayor importancia a la limpieza de brackets y arcos en cada cita para mejorar el rendimiento del sistema, así como recalcarle la importancia de la higiene al paciente para alcanzar los objetivos del tratamiento de la mejor manera.

## X. Bibliografía

Agarwal C.O., Vakil K. K., Mahamuni A., Tekale P. D., Gayake P. V., and Vakil J.K. 2016. Evaluation of surface roughness of the bracket slot floor - a 3D perspective study. *Prog. Orthod.*17(1), 3.

Al-Khatib, S., Berradja, A., Celis, J. P., and Willems, G. 2005. *In vitro* friction of stainless steel arch wire–bracket combinations in air and different aqueous solutions. *Orthod Craniofac Res.* 8(2), 96-105.

Araújo R. C., Bichara L. M., De Araujo A. M., and Normando D. 2014. Debris and friction of self-ligating and conventional orthodontic brackets after clinical use. *Angle Orthod.* 85(4), 673–677.

Barrett R. D., Bishara S. E., and Quinn J. K. 1993. Biodegradation of orthodontic appliances. Part I. Biodegradation of nickel and chromium *in vitro*. *Am. J. Orthod.* 103(1), 8–14.

Burrow S. J. 2009. Friction and resistance to sliding in orthodontics: a critical review. *Am. J. Orthod.* 135(4), 442–447.

Chaptini E., Khoury E., Cacciafesta V., and Naaman N. 2016. Effect of intraoral aging on debris accumulation and friction of first molar tubes. *J. Contemp. Dent. Pract.* 17(11), 914–919.

Cury S.E.N., Del Castillo A. A., Pinzan A., Sakoda K.L., Pereira S.A.B., and Janson G. 2019. Orthodontic brackets friction changes after clinical use: a systematic review. *Journal of clinical and experimental dentistry.* 11(5), 482.

Daems J., Celis J.P., and Willems G. 2009. Morphological characterization of as-received and *in vivo* orthodontic stainless steel archwires. *Eur. J. Orthod.* 31(3), 260–265.

Dos Santos, A. A. R., Pithon, M. M., Carlo, F. G. C., Carlo, H. L., de Lima, B. A. S. G., Dos Passos, T. A., and Lacerda-Santos, R. 2015. Effect of time and pH on physical-chemical properties of orthodontic brackets and wires. *Angle Orthod.*, 85(2), 298-304.

Doshi U. H., and Bhad-Patil W. A. 2011. Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 139(1), 74–79.

Downing, A., McCabe, J. F., and Gordon, P. H. 1995. The effect of artificial saliva on the frictional forces between orthodontic brackets and archwires. *Br. J. Orthod.* 22(1), 41-46.

Drescher D., Bourauel C., Phyps D., and Schumacher H. 1989. Frictional forces between brackets and arch wire. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 96(5), 397-404.

Eliades T., and Bourauel C. 2005. Intraoral aging of orthodontic materials: The picture we miss and its clinical relevance. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 127(4), 403–412.

Gioka C., and Eliades T. 2004. Materials induced variation in the torque expression of preadjusted appliances. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 125(3), 323–328.

House K., Sernetz F., Dymock D., Sandy J. R., and Ireland A. J. 2008. Corrosion of orthodontic appliances-should we care? *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 133(4), 584–592.

Huang H. H. 2005. Surface characterizations and corrosion resistance of nickel-titanium orthodontic archwires in artificial saliva of various degrees of acidity. *J. Biomed. Mat. Res. Part A.* 74A (4), 629–639.

Jones S. P. 2002. The effects of reconditioning on the slot dimensions and static frictional resistance of stainless steel brackets. *Eur. J. Orthod.* 24(2), 183-190.

Kameda T., Oda H., Ohkuma K., SANO N., Batbayar N., Terashima Y., Terada K. 2014. Microbiologically influenced corrosion of orthodontic metallic appliances. *Dent. Mat. J.* 33(2): 187–195.

Kao C. T., and Huang T. H. 2010. Variations in surface characteristics and corrosion behaviour of metal brackets and wires in different electrolyte solutions. *Eur. J. Orthod.* 32(5), 555-560.

Kao C. T., Ding S. J., Min Y., Hsu T. C., Chou M. Y., and Huang T. H. 2007. The cytotoxicity of orthodontic metal bracket immersion media. *Eur. J. Orthod.* 29(2), 198-203.

Kao C. T., and Huang T. H. 2010. Variations in surface characteristics and corrosion behaviour of metal brackets and wires in different electrolyte solutions. *Eur. J. Orthod.* 32(5), 555-560.

Kapila S., Angolkar P. V., Duncanson Jr M. G., and Nanda R. S. 1990. Evaluation of friction between edgewise stainless steel brackets and orthodontic wires of four alloys. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 98(2), 117–126.

Kapur R., Sinha P. K., and Nanda R. S. 1999. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 116(4), 400-404.

Keith O., Jones S. P., and Davies E. H. 1993. The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. *Br. J. Orthod.* 20(2), 109-115.

Kim H., and Johnson J. W. 1999. Corrosion of stainless steel, nickel-titanium, coated nickel-titanium, and titanium orthodontic wires. *Angle Orthod.* 69(1), 39-44.

Kusy R. P., and Whitley J. Q. 1990. Effects of surface roughness on the coefficients of friction in model orthodontic systems. *J. Biomech.* 23(9), 913-925.

Kusy, R. P., Whitley, J. Q., and Prewitt, M. J. 1991. Comparison of the frictional coefficients for selected archwire-bracket slot combinations in the dry and wet states. *Angle Orthod.* 61(4), 293-302.

Kusy R. P., and Whitley J. Q. 1999. Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *Eur. J. Orthod.* 21(2), 199-208.

Liu X., Lin J., and Ding P. 2013. Changes in the surface roughness and friction coefficient of orthodontic bracket slots before and after treatment. *Scanning.* 35(4), 265-272.

Locci P. 2000. *In vitro* cytotoxic effects of orthodontic appliances. *J. Biomed. Mater. Res.* 53:560-567

Loftus B. P., Artun J., Nicholls J. I., Alonzo T. A., and Stoner J. A. 1999. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 116(3), 336-345.

Mendes, B. D. A. B., Ferreira, R. A. N., Pithon, M. M., Horta, M. C. R., and Oliveira, D. D. 2014. Physical and chemical properties of orthodontic brackets after 12 and 24 months: in situ study. *J. Appl. Oral Sci.* 22(3), 194-203.

Moore J. C., and Waters N. E. 1993. Factors affecting tooth movement in sliding mechanics. *Eur. J. Orthod.* 15(3), 235-241.

Normando D., Araújo A. M. D., Marques, I. D. S. V., Barroso Tavares Dias, C. G., and Miguel J. A. M. 2013. Archwire cleaning after intraoral ageing: the effects on debris, roughness, and friction. *Eur. J. Orthod.*, 35(2), 223-229.

Ogata R. H., Nanda R. S., Duncanson Jr M. G., Sinha P. K., and Currier G. F. 1996. Frictional resistances in stainless steel bracket-wire combinations with effects of vertical deflections. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 109(5), 535-542.

Pithon, M. M., Figueiredo, D. S. F., Oliveira, D. D., and dos Santos, R. L. 2013. Evaluation of physical properties of esthetic brackets after clinical use: Study in situ. *J. World Fed Orthod.* 2(3), e127-e132.

Proffit, W. R., Fields, H. W., and Sarver, D. M. 2008. *Ortodoncia contemporánea*, 4ta edición. Elsevier Health Sciences.

Regis Jr S., Soares P., Camargo E. S., Guariza Filho O., Tanaka O., and Maruo H. 2011. Biodegradation of orthodontic metallic brackets and associated implications for friction. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 140(4), 501-509.

Ribeiro, A. A., Mattos, C. T., Ruellas, A. C. O., Araújo, M. T., and Elias, C. N. 2012). In vivo comparison of the friction forces in new and used brackets. *Orthod.* 13(1).

Riley J. L. 1979. Frictional forces of ligated plastic and metal edgewise brackets. *J. Dent. Res.* 58, A21.

Vaughan J. L., Duncanson M. G., Nanda R. S., and Currier G. F. 1995. Relative kinetic frictional forces between sintered stainless steel brackets and orthodontic wires. *Am J. Orthod. Dentof. Orthop.* 107(1), 20-27.

## XI. Anexos

### X1.1 Hoja de recolección de datos

#### Brackets Synthesis nuevos

#1 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.45
	12	1.55
	13	1.61
	21	1.6
	22	1.65
	23	1.55
	31	1.7
	32	1.67
	33	1.63
	41	1.5
	42	1.48
	43	1.45

#2 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.5
	12	1.43
	13	1.49
	21	1.58
	22	1.4
	23	1.69
	31	1.57
	32	1.55
	33	1.58
	41	1.5
	42	1.48
	43	1.65

#### Brackets Ovation nuevos

#1 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.5
	12	1.58
	13	1.65
	21	1.6
	22	1.65
	23	1.55
	31	1.7
	32	1.65
	33	1.4
	41	1.5
	42	1.43
	43	1.45

#2 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.6
	12	1.57
	13	1.68
	21	1.7
	22	1.52
	23	1.55
	31	1.74
	32	1.65
	33	1.56
	41	1.5
	42	1.43
	43	1.66

#### Brackets Synthesis usados

#1 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	2.25
	12	1.98
	13	1.7
	21	1.6
	22	1.89
	23	1.7
	31	1.7
	32	1.55
	33	1.38
	41	1.97
	42	1.4
	43	1.85

#2 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.75
	12	1.8
	13	1.6
	21	1.7
	22	1.89
	23	1.6
	31	1.68
	32	1.83
	33	1.8
	41	1.6
	42	1.9
	43	1.7

#3 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.65
	12	1.65
	13	1.98
	21	2.05
	22	1.65
	23	1.75
	31	1.71
	32	1.49
	33	1.53
	41	1.65
	42	1.5
	43	1.7

#4 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	2.1
	12	1.86
	13	2
	21	1.95
	22	1.55
	23	2.3
	31	1.8
	32	1.6
	33	1.55
	41	2.5
	42	2.2
	43	2

### Brackets Ovation usados

#1 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	2.3
	12	1.83
	13	1.95
	21	1.9
	22	1.7
	23	1.45
	31	2.6
	32	1.5
	33	1.98
	41	1.75
	42	1.63
	43	2

#2 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	2.25
	12	1.85
	13	2
	21	1.83
	22	1.75
	23	1.45
	31	1.78
	32	2.1
	33	1.59
	41	1.9
	42	1.8
	43	1.59

#3 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.9
	12	2.1
	13	1.47
	21	1.9
	22	1.85
	23	1.55
	31	2.1
	32	2
	33	1.79
	41	1.75
	42	1.47
	43	2.1

#4 MUESTRA	ÓRGANO DENTARIO	RESISTENCIA MAX. A LA FRICCIÓN (N)
	11	1.78
	12	1.89
	13	1.56
	21	1.78
	22	2.1
	23	1.85
	31	1.68
	32	1.5
	33	2.1
	41	1.45
	42	1.79
	43	1.5