



UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

**Fricción obtenida *"in vitro"* al desplazar un arco de acero
por la ranura metálica o cerámica de brackets cerámicos**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
ORTODONCIA**

C.D. Carlos Iván Torres Valdés.

Asesores

C.D.M.O. Alberto Teramoto Ohara
Dra. Ma. Cristina Márquez Orozco
Q.F.B.M.S.P. Jesús Luzuriaga Galicia

PUEBLA, PUE.

2003



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

RESUMEN	4
MARCO TEÓRICO GENERAL	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	12
HIPÓTESIS	13
OBJETIVOS	14
METODOLOGÍA	16
MATERIALES.....	19
RESULTADOS	21
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
FIGURAS	34

AGRADECIMIENTOS

AL TODOPODEROSO

Por enseñarme a ser grande y no darme por vencido ante los obstáculos,
simplemente **gracias.**

A MIS PADRES

Por todo lo que han hecho por mí. Los valores sembrados en la dura carrera
de ser padres hoy dan frutos, gracias por ser lo que son y por lo que soy.

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS

Son los mejores del mundo, gracias por todo. Los quiero.

A MIS MAESTROS

Que sin ellos no llegaría a conquistar una de mis metas en la vida, gracias por
compartir sus conocimientos, no los defraudaré.

Especialmente agradezco a los Drs. Armando Piña, Rosario Carreón, Teresa Ortiz, Gabriel Lara, Fernando Morales, Cristina Márquez, Alberto Teramoto al químico Jesús Luzuriaga y al departamento de materiales dentales de la UNAM.

A MIS COMPAÑEROS

Por todas sus enseñanzas y experiencias compartidas.

A MI ANGEL DE LA GUARDA

Gracias por todo, nunca te olvidaré.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es medir *in vitro* la fricción que genera un arco al desplazarse por la ranura metálica o cerámica de los brackets cerámicos para caninos superiores derechos, adheridos a bloques de acrílico, para tratar de inferir lo que sucede en los pacientes, cuando se desplaza un órgano dentario con un bracket cerámico a través de un arco rígido de acero inoxidable y determinar si en realidad ocurre un movimiento dentario inmediato y el grado de fricción con el que se realiza, ya que si esta aumenta se puede producir hialinización del parodonto anclando la raíz a la cortical evitando el desplazamiento del órgano dentario.

Para las mediciones del grado de fricción que se genera durante el desplazamiento del arco de acero por las ranuras de los brackets cerámicos, estos se colocaron fijos en bloques de acrílico alineados por el eje longitudinal del mismo, el cual lleva un arco de acero de 0.018" x 0.025" sujetado por medio de un módulo elastomérico, los cuales se traccionaron a través de este por el aparato Universal "Instron" Tensil modelo 1137, a una velocidad de 5mm/min. con una velocidad de papel de 100 x 0.01 con una carga de 5 Kg. y se calibraron cada diez muestras para evitar diferencias entre cada toma, una vez obtenidos los datos por medio del polígrafo se analizaron estadísticamente, por medio de las pruebas de T de Student no pareada.

Los resultados obtenidos en esta investigación determinaron que existió mayor grado de fricción en los brackets cerámicos con ranura metálica al desplazar un arco de acero inoxidable que en los de ranura cerámica.

Esto anteriormente señalado se debe principalmente al diseño de la ranura metálica de los brackets cerámicos, al ensamble entre el arco de acero inoxidable y la ranura de los brackets y a la falta de uniformidad en las medidas del arco de acero.

MARCO TEORICO GENERAL

Hoy en día los seres humanos se han preocupado cada vez por su apariencia personal, la belleza y la armonía son dos conceptos que van de la mano y que no pueden ser ignorados, la Ortodoncia no se encuentra exenta de estos, los pacientes que acuden a la consulta son de un grupo de edad mayor a los que habitualmente se recibe, es decir, que los adultos se preocupan por su salud bucal solicitando brackets estéticos, por eso los fabricantes se han dado a la tarea de encontrar alternativas en el uso de ellos, por lo que se han creado aparatos fijos, brackets casi imperceptibles a la vista. Entre la gran variedad de brackets estéticos y que el ortodoncista puede escoger de acuerdo al tipo de maloclusión a tratar, se encuentran los cerámicos de tipo policristalino con o sin ranura metálica y los monocristalinos, los de óxido de zirconio, los reforzados con policarbonato, y los de plástico con o sin refuerzo.

Sin embargo, es muy importante que el ortodoncista conozca el comportamiento de dichos brackets y esté consciente de que actúan de manera muy diferente en comparación con los brackets metálicos, a los que se está acostumbrado a usarse, ya que aun en las técnicas en la que se busca un máximo control sobre los órganos dentarios, a través de un ajuste completo del arco y la ranura del bracket y que estos se mueven simultáneamente como un bloque, hay algunos momentos del tratamiento o algunas situaciones en las que el bracket deberá deslizarse a lo largo del arco como es el caso de la distalización de los caninos, en el cual existe un decremento estimado entre el 25% al 30% con el uso de los brackets cerámicos.¹ Tiende entonces a producirse una fricción que se opondrá al movimiento dentario. Para facilitararlo se debe minimizar este efecto y los factores que la condicionan para así poder determinar que pacientes son candidatos a usarlos.

Si las superficies que se ponen en contacto durante el movimiento son de diferente material se producirán mayor fricción que si son del mismo.

Otro factor que influye sobre el incremento de la fricción es el grado de inclinación de la corona de los dientes, debido al contacto de los ángulos diagonalmente opuestos de la ranura del bracket sobre el arco.²

La ligadura empleada en el tratamiento ortodóncico es otro factor que aumenta el grado de fricción, pero puede ser controlada por el operador.²

¹ Bishara S.. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000; **117**: 595-597.

² Canut J. 1992 México: Salvat.

Una de las mayores preocupaciones que conciernen al ortodoncista durante la corrección de la maloclusión, es la mecánica empleada en el tratamiento, para poder minimizar los defectos indeseables. Se debe de tener un conocimiento en el manejo de los movimientos, así como el tipo de brackets empleados, entre estos contamos con los metálicos, cerámicos, plásticos, etc.

Al realizar un movimiento dental se genera fricción dentro de las ranuras de los brackets debido al contacto que se tiene con el arco ya sea de acero inoxidable, Nitinol, superelásticos, de forma redonda, cuadrado o rectangular, de ahí la importancia de conocer el comportamiento de los brackets y los arcos para evitar un incremento en la fricción y tener un movimiento dentario inmediato.

Entiéndase como **fricción** la fuerza que resiste el desplazamiento relativo de dos cuerpos en contacto.³ Proviene de la cohesión molecular entre dos superficies mientras se deslizan entre sí. Ocurre a nivel microscópico incluso en las superficies más lisas. Mientras dos superficies se deslizan una sobre otra, se forman puntos de cohesión espontáneos, se rompen y vuelven a formarse una y otra vez.⁴

Existen dos tipos de fricción la estática y la dinámica. La primera es el componente de la fuerza que tiene que vencerse para iniciar el movimiento y la segunda (**cinética**) es el componente de la fuerza que debe vencerse para mantener el movimiento.⁴

³ Michelberger D, y cols. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000; **118: 662-674.**

⁴ Aguirre J. Unitek 2000.

⁴ Aguirre J. Unitek 2000.

MARCO TEÓRICO PARTICULAR

Desde tiempo atrás los ortodoncistas se han preocupado por las mecánicas de deslizamiento y por las fuerzas empleadas para los movimientos dentales **Schawartz:** (1932) propuso que las fuerzas ortodóncicas no deben sobrepasar la presión de los vasos capilares en el ligamento periodontal. Teniendo siempre en mente que el exceso de la fuerza puede producir efectos indeseables **Storey y Smith:** (1952) desarrollaron el concepto de fuerza óptima como la cantidad mínima de fuerza que resulta en máximo rango de movimiento dental, dentro de los límites de respuesta biológica. Entre los efectos indeseables podemos contar con la hialización del tejido periodontal, inclinación atípica de la corona del órgano dentario y el anclaje de la raíz a la cortical. **Quinn y Yoshikawa:** (1985) condujeron una revisión crítica de las teorías que relacionan la fuerza ortodóncica con el movimiento dental y concluyeron que se incrementa en proporción directa a la magnitud de la fuerza aplicada, alcanzar un punto máximo después del cual no hay una respuesta apreciable.⁴

Para poder conocer más acerca del comportamiento de los brackets cerámicos se realizaron diversos estudios con diferentes tipos de brackets entre los cuales están los de plástico con o sin refuerzo, cerámicos con o sin ranura metálica, policristalinos, monocristalinos, de óxido de zirconio, los reforzados con policarbonato.

Omana, Moore y Bagby: (1992) compararon siete tipos de brackets cerámicos del tipo policristalino y monocristalino y uno metálico de 0.018" x 0.025" encontrando entre los cerámicos que los del tipo policristalino (fabricados por inyección en moldes) tenían una tendencia menor a la fricción que los monocristalinos (tratados por calor).⁵

Otros estudios realizados por **Tanne, Matsubara y cols:** (1994) en que se estudiaron tres tipos de brackets cerámicos, uno nuevo experimental compuesto de óxido de Zirconio y dos más que fueron del grupo control policristalino y óxido de zirconio estándar de 0.018" x 0.025", el cual se deslizaron dos arcos de 0.016" x 0.022" y 0.017" x 0.022", de cromo-cobalto a través de las ranuras de los brackets sin ligarlos para que éste no fuera un factor de incremento en la mecánica de deslizamiento, encontrando como resultado que el bracket nuevo de óxido de zirconio produjo un menor grado de fricción que los del grupo control en el arco de 0.016" x 0.022".⁶

⁴ Aguirre J. Unitek 2000.

⁵ Omana M, y cols. J Clin Orthod 1992; **26:425-429.**

⁶ Tanne K, y cols. Am J Orthod Dentofac Orthop 1994; **21:273-278.**

De Franco, Spiller y Fraunhofer: (1995) realizaron un estudio en el cual compararon tres tipos de brackets, metálico, policristalino y de cristal cerámico de 0.022" x 0.025" se utilizó dos tipos de arcos uno de acero inoxidable y el otro de níquel titanium de 0.018" y 0.016" x 0.022", fijados los arcos con diferentes métodos entre ellos la ligadura metálica con teflón y los módulos elastoméricos, se encontró una menor fricción con la ligadura metálica y el bracket de acero, pero encontraron una menor fricción en los brackets cerámicos policristalinos con el uso del mismo tipo de ligadura en comparación con los módulos elastoméricos.⁷

Rose y Zernik: (1996) determinaron que sucedía en los brackets cerámicos con 0° de angulación contra uno convencional y otro con ranura metálica con dos tipos de arcos, de acero y de níquel titanio, encontrando menos resistencia al deslizamiento por parte de los brackets con ranura metálica en el arco de níquel titanio.⁸

Otro tipo de estudios se realizaron con brackets preajustados, **Dickson y Jones:** (1996) realizaron un estudio en el cual compararon tres tipos de brackets de 0.018" x 0.025" Roth, montados a diferentes angulaciones de 0°, 5° y 10°, metálico, uno cerámico policristalino con ranura metálica y otro completamente cerámico, encontrando que la menor resistencia al desplazamiento del arco de acero 0.016" a través de las ranuras fue del metálico, seguido del cerámico con ranura metálica y por ultimo el completamente cerámico.⁹

Uno de los estudios más parecidos al que se realizó en esta investigación en cuanto al uso de materiales fue el hecho por **Loftus y Artun y cols:** (1999) los cuales compararon cuatro tipos de brackets, dos metálicos y dos cerámicos para medir el grado de fricción que se genera dentro de las ranuras de los mismos, estos fueron de la serie Victory (3M/Unitek), de autoligado Damon (A-Company), Transcend (3M/Unitek), y cerámico con ranura metálica Clarity (3M/Unitek), siendo de 0.022" x 0.028" todos excepto el Damon de 0.022" x 0.030", los arcos empleados fueron tres de 0.019" x 0.025", uno de acero Hi-T II (3M/Unitek), otro de níquel-titanio Nitinol Arch (3M/Unitek), y el ultimo de beta-titanio TMA (Ormco). Encontraron que la mayor fricción fue en el bracket cerámico convencional que los demás brackets en prueba, en cuanto a los arcos el TMA generó mayor fricción que

⁷ De Franco D, y cols. Angle Orthodontist 1995; **1:63-73**.

⁸ Rose C, Zernik J. J Clin Orthod 1996; **30:78-84**.

⁹ Dickson J, Jones S. J Clin Orthod 1996; **30:516-518**.

el de níquel titanio, sin detectar diferencias significativas en los arcos de acero inoxidable.¹⁰

De los resultados obtenidos en la medición del grado de fricción entre la ranura de los brackets y el arco empleado **Kusy y Whitley (2002)** encontraron que en el bracket cerámico con ranura metálica (Clarity) **no era constante** ya que ésta no se extiende hacia las alas del bracket, lo que representa un problema de torque en el diente¹¹ y por lo tanto puede generar mayor fricción de la esperada.

¹⁰ Loftus B, y cols. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999; **116:353-363**.

¹¹ Kusy R, Whitley J. Angle Orthodontist 2002; **71: 364-374**.

FACTORES QUE AFECTAN LA FRICCIÓN DURANTE EL MOVIMIENTO DENTAL

El ortodoncista siempre debe tener en mente que la fricción generada entre la ranura del bracket y el arco estará presente y que existen factores tanto físicos como biológicos que la incrementarán, es por eso que se debe conocer el tipo de material que se emplea en el tratamiento de ortodoncia y poder tratar de minimizar este efecto.

A. FÍSICO

1. ARCO

- ✓ Material
- ✓ Forma y dimensión
- ✓ Textura de la superficie
- ✓ Rigidez

2. LIGADO DEL ARCO AL BRACKET

- ✓ Ligaduras de acero
- ✓ Módulos elastoméricos
- ✓ Método

3. BRACKETS

- ✓ Material
- ✓ Proceso de fabricación
- ✓ Profundidad y ancho de la ranura
- ✓ Diseño del bracket: gemelo o sencillo
- ✓ Doble de primer orden
- ✓ Doble de segundo orden (angulación)
- ✓ Doble de tercer orden (torsión)

4. APARATO ORTODÓNCICO

- ✓ Fuerza aplicada para la retracción

B. BIOLÓGICO

- ✓ Saliva
- ✓ Placa dentobacteriana
- ✓ Película adquirida
- ✓ Corrosión

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al realizar el tratamiento de ortodoncia, es importante considerar que durante el movimiento dentario, como la distalización de los caninos, se generan diferente grado de fricción entre la ranura de los brackets y el metal del arco empleado, aunado a esto se tiene que considerar que la fricción depende de, si las superficies que se ponen en contacto son lisas o rugosas y del tipo de ligadura que se emplea para detener el arco dentro de la ranura de los brackets. Si la fricción es excesiva, provoca efectos indeseables como la inclinación atípica de la corona, que puede provocar la hianilizacion del parodonto o el anclaje de la raíz a la cortical, por lo que se puede impedir un movimiento dentario inmediato. Por lo anterior se debe tener mucho cuidado al seleccionar el tipo de bracket que se emplea al tratar a cada paciente.

Con el aumento creciente de la demanda del tratamiento ortodóncico estético, se han utilizado con mayor frecuencia los brackets cerámicos, debido a que mejoran la apariencia de la boca de los pacientes. Sin embargo existe controversia acerca del grado de fricción que se produce al desplazarse un arco metálico en la ranura de los brackets cerámicos, cuando ésta es cerámica o metálica.

Por lo que se formula la siguiente pregunta:

¿Existen diferencias significativas entre la fricción generada *in vitro* por un arco de acero inoxidable al desplazarse por la ranura de los brackets cerámicos de una sola pieza o los que tienen integrada una metálica?

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad tanto hombres como mujeres se interesan cada día más por su apariencia, una buena opción en el tratamiento de ortodoncia es el uso de los brackets cerámicos, los cuales desde sus inicios (1987) no brindaban características y propiedades óptimas, hoy en día se ha mejorado este problema con la tecnología.

Desde el punto de vista ortodóncico, la fricción juega un papel importante en la eficiencia para realizar los movimientos dentales, de ahí la importancia de realizar este estudio en el cual se obtendrá un conocimiento del comportamiento de la fricción entre la ranura de los brackets cerámicos o metálicos y el arco de acero inoxidable, los datos serán de interés para la comunidad ortodóncica.

HIPÓTESIS

H1

Los brackets cerámicos con ranura metálica producen menos fricción que los cerámicos al desplazarse un arco de acero, por lo tanto permitiendo un mayor desplazamiento dentario.

H2

Los brackets cerámicos con ranura cerámica producen menor fricción que los metálicos entre éstos y un arco de acero, por lo tanto generan un mayor desplazamiento dentario.

Ho

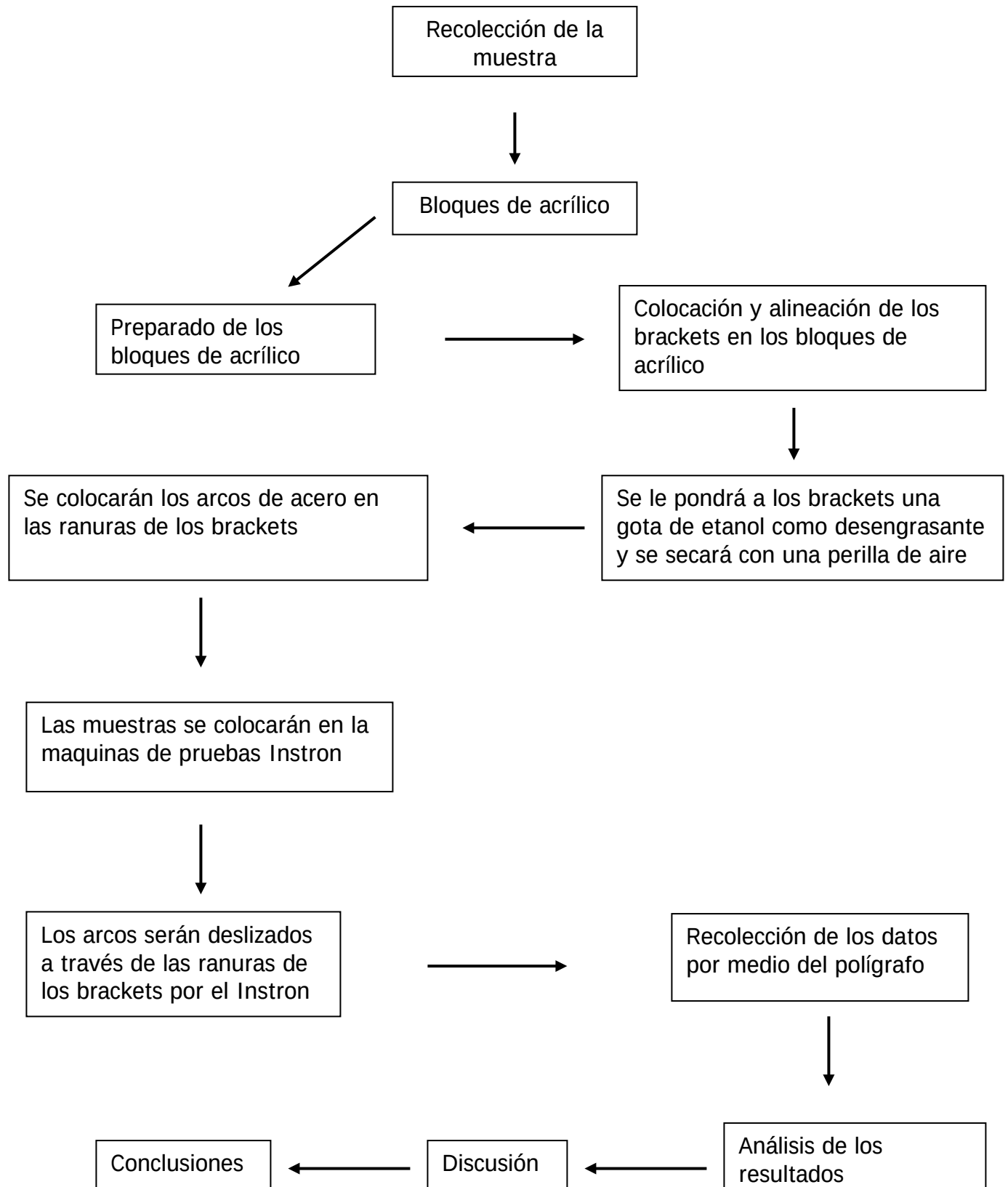
No existen diferencias significativas en la fricción generada por el desplazamiento de un arco de acero inoxidable en las ranuras metálicas o cerámicas.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Investigar el grado de fricción *in vitro* entre un arco de acero con la ranura metálica y ranura cerámica de brackets cerámico durante el deslizamiento.

OBJETIVO ESPECIFICO

- ✓ Medir mediante el uso del Instron el grado de fricción entre un arco de acero y la ranura metálica de los brackets cerámicos.
- ✓ Medir mediante el uso del Instron el grado de fricción entre un arco de acero y la ranura cerámica de los brackets cerámicos.
- ✓ Comparar el grado de fricción entre la ranura cerámica y ranura metálica de brackets cerámicos y conocer si existen diferencias significativas.

DIAGRAMA DE FLUJO

METODOLOGÍA

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Para la elaboración de esta investigación se requirió de la utilización de veinte brackets cerámicos con ranura metálica y veinte con ranura cerámica además de veinte arcos de acero inoxidable y que cumplieran con los criterios de inclusión. **(Fig. 1, 2 y 3)**

Se procedió a preparar los bloques de acrílico de una longitud de 10cm por 5cm de ancho y 3cm de alto, cada uno de ellos se marcó su eje longitudinal con un marcador y la regla milimetrada, se talló ligeramente la superficie del mismo con la pieza de mano de baja velocidad y el fresón de acero inoxidable con el fin de darle una textura más rugosa y retentiva. **(Fig. 4 y 5)**

Un solo operador realizó el montaje y fijación de los brackets cerámicos en los bloques con el acrílico autocurable colocándole una gota sobre sus bases con los guantes de exploración libres de talco **(Fig. 6)**, realizando su alineación con un bracket 0° montado y alineado previamente con una tira de acero 0.018" x 0.025" para su orientación **(Fig. 7)**, las ranuras de los brackets se limpiaron con una gota de etanol para poder colocar los arcos y evitar su contaminación secándose con la perilla de hule. **(Fig. 8 y 9)**

Cada arco se colocó dentro de la ranura de los brackets tanto cerámicos como metálicos y se sostuvo con un módulo elastomérico con la pinza Mathiew por un solo operador para estandarizar la fuerza con la que se colocó, **(Fig. 10)** cada muestra fue etiquetado para su identificación. **(Fig. 11)**

Una vez obtenidas todas las muestras, se procedió a colocar cada una de ellas en el aparato de pruebas Universal "Instron" Tensile modelo 1137 sujetándolo por un extremo del arco a una velocidad de 5mm/min con una velocidad de papel de 100 x 0.01 con una carga de 5 Kg. **(Fig. 12)** haciendo un recorrido total de 8 mm. El Instron se calibró cada 10 muestras para evitar diferencias.

Los datos obtenidos se registraron por medio del polígrafo en hojas milimetradas **(Fig. 13)** y se le aplicó una prueba estadística T Student no pareada (0.05%).

TIPO DE ESTUDIO

- ✓ Experimental.

UNIVERSO DE TRABAJO

- ✓ Veinte brackets cerámicos con ranura metálica,
- ✓ Veinte brackets cerámicos con ranura cerámica y
- ✓ Veinte arcos de acero inoxidable de 0.018" x 0.025".

CRITERIOS DE INCLUSION

- ✓ Brackets cerámicos con ranura metálica de canino superior derecho.
- ✓ Brackets cerámicos con ranura cerámica de canino superior derecho.
- ✓ Arcos de acero 0.018" x 0.025".

CRITERIOS DE EXCLUSION

- ✓ Brackets que durante el experimento se dañaron.

MATERIALES

- ✓ Veinte brackets cerámicos de canino superior derecho preajustado con ranura metálica 0.018" x 0.025" (Clarity) 3M Unitek.
- ✓ Veinte brackets cerámicos de canino superior derecho preajustado con ranura cerámica 0.018" x 0.025" (Transcend) 3M Unitek.
- ✓ Veinte arcos de acero inoxidable 0.018" x 0.025" 3M Unitek.
- ✓ Monómero y polímero autocurable Nic Tone.
- ✓ Universal "Instron" Tensile modelo 1137.
- ✓ Cuarenta bloques de acrílico de 10 cm de longitud cada uno.
- ✓ Módulos elastoméricos 3M Unitek (AlastiK Easy-To-Tie Ligature).
- ✓ Pinzas MathiewOrmco.
- ✓ Etanol 30 ml.
- ✓ Perilla de aire.
- ✓ Hojas milimetradas para la recolección de datos.
- ✓ Cámara digital Sony Cybershot.
- ✓ Pinzas portabackets ETM.
- ✓ Pieza de mano de baja velocidad Borgatta.
- ✓ Fresón de acero inoxidable.
- ✓ Guantes de exploración libres de talco.
- ✓ Regla milimétrica.

- ✓ Marcador negro.
- ✓ Etiquetas identificadoras.
- ✓ Lentes de protección.
- ✓ Calibrador digital "Hardened"

RESULTADOS

Las veinte muestras realizadas en los brackets cerámicos con ranura cerámica, recorrieron una distancia total de 8 mm cada una, siendo registradas por el polígrafo en hojas milimetradas representando cada milímetro 10 gramos fuerza. En la **Tabla 1** se muestran los datos en milímetros y su conversión a gramos, así como el resultado final con sus respectivas medias.

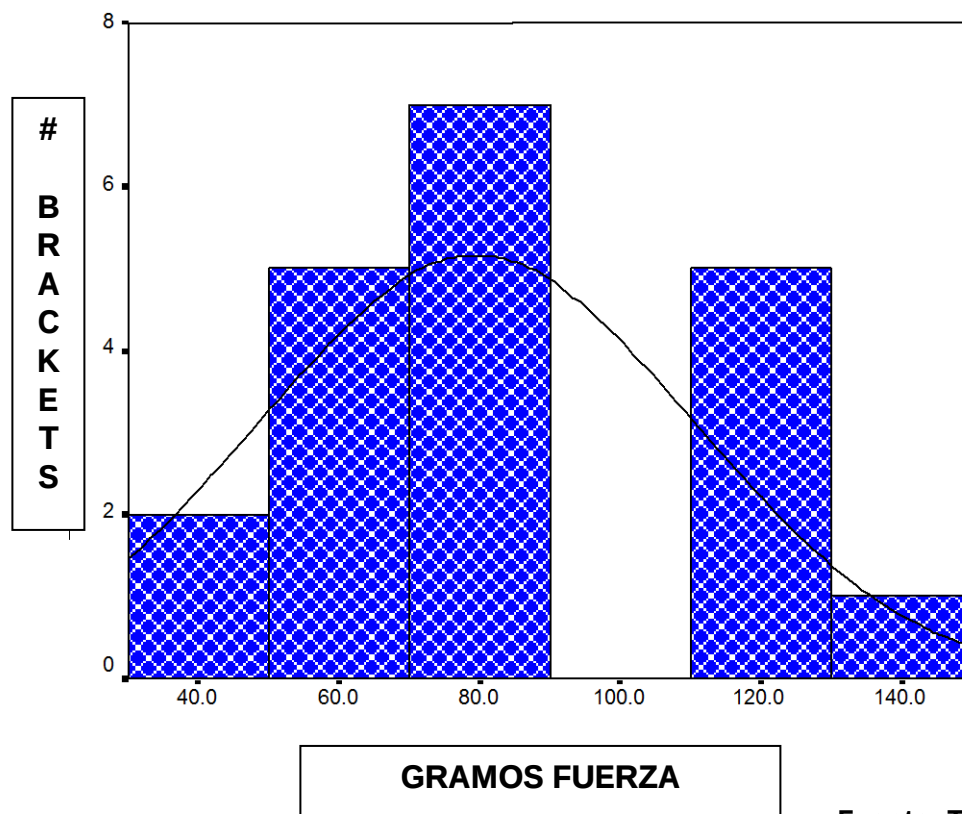
MEDICIÓN DE LA FUERZA DE FRICCIÓN AL DESPLAZAR UN ARCO DE ACERO POR LA RANURA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS CON RANURA CERÁMICA

MUESTRA	MILIMETROS	GRAMOS/ FUERZA
1	7	70
2	7	70
3	12	120
4	14	140
5	4	40
6	8	80
7	4	40
8	5	50
9	12	120
10	6	60
11	5	50
12	7	70
13	7	70
14	5	50
15	7	70
16	8	80
17	11	110
18	12	120
19	12	120
20	6	60
Total	7.6 mm	76 grs.

Tabla1. Expresa el resultado obtenido por medio del polígrafo de la fuerza de fricción en gramos fuerza y milímetros así como las medias de ambas de los brackets cerámicos con ranura cerámica.

Las pruebas realizadas en ambos grupos de brackets el cerámico fue el que tuvo un comportamiento más similar en comparación con el metálico. En la gráfica se muestra la distribución de la fuerza de fricción de un arco de acero por la ranura cerámica de los brackets cerámicos teniendo un mayor numero en los 80 gramos. Nótese que la distribución es más homogénea debido a que existió un mejor asentamiento entre el arco de acero y la ranura del bracket lo que permitió un deslizamiento más uniforme y por lo tanto menor fricción.

DISTRIBUCIÓN GRAFICA DE LA FUERZA DE FRICCIÓN DE UN ARCO DE ACERO POR LA RANURA CERÁMICA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS



Fuente: Tabla 1.

Gráfica 1. Muestra la distribución según los resultados de la fuerza de fricción de una arco de acero inoxidable por la ranura cerámica de los brackets cerámicos. Se observa más uniforme la distribución.

De las veinte muestras de los brackets cerámicos con ranura metálica en la **Tabla 2** se utilizó el mismo procedimiento que los brackets con ranura cerámica obteniendo los resultados recopilados por el polígrafo tanto en milímetros y su conversión a gramos fuerza así como el resultado final y sus medias.

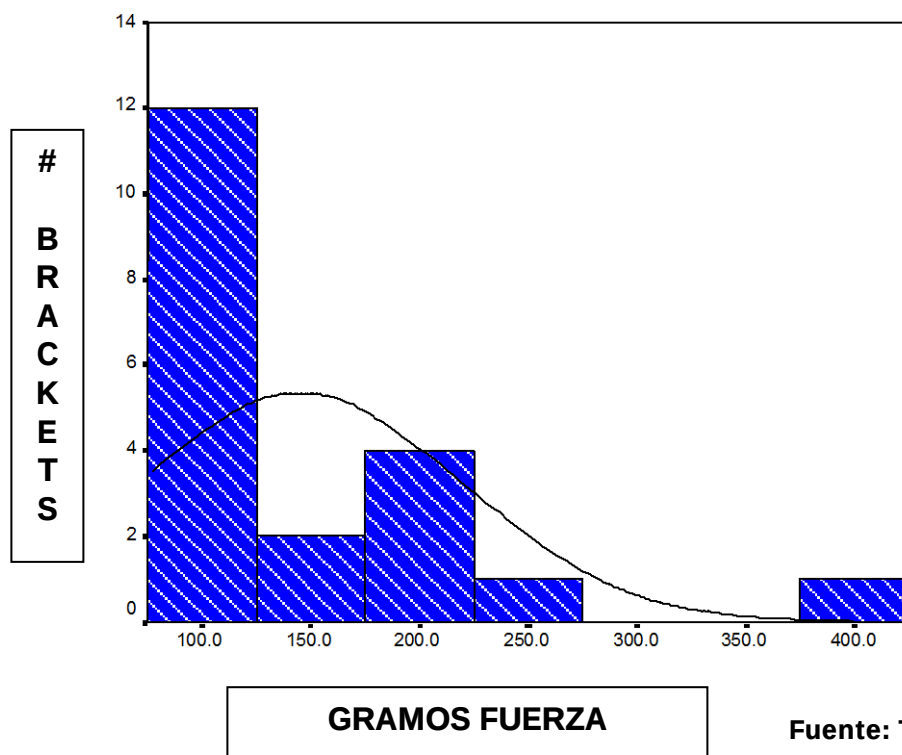
**MEDICIÓN DE LA FUERZA DE FRICCIÓN AL DESPLAZAR UN ARCO DE
ACERO POR LA RANURA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS CON
RANURA METÁLICA**

MUESTRA	MILIMETROS	GRAMOS/ FUERZA
1	19	190
2	11	110
3	10	100
4	19	190
5	16	160
6	10	100
7	8	80
8	38	380
9	11	110
10	9	90
11	12	120
12	19	190
13	12	120
14	14	140
15	8	80
16	11	110
17	20	200
18	9	90
19	8	80
20	26	260
Total	1.45 mm	145 grs.

Tabla 2. Expresa el resultado obtenido por el polígrafo de la fuerza de fricción en gramos fuerza y milímetros así como las medias de ambas de los brackets cerámicos con ranura metálica.

La gráfica muestra la distribución de la fuerza de fricción de un arco de acero por la ranura metálica de los brackets cerámicos concentrándose más en el grupo de los 100 gramos. Esto debido a los problemas que presentaron la unión del arco de acero y la misma ranura, el diseño de la ranura metálica y la falta de uniformidad de los arcos de acero, produciendo más puntos de contacto y por lo tanto se aumentó la fricción.

DISTRIBUCIÓN GRAFICA DE LA FUERZA DE FRICCIÓN DE UN ARCO DE ACERO POR LA RANURA METÁLICA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS



Gráfica 2. Muestra la distribución según los resultados de la fuerza de fricción de una arco de acero inoxidable por la ranura metálica de los brackets cerámicos.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA

En la **Tabla 3** se observa una comparación de los resultados obtenidos de la fuerza de fricción de un arco de acero inoxidable por la ranura de los brackets cerámicos. Las medias de los gramos fuerza correspondientes de cada grupo, su desviación estándar y el error estándar de la media, la cual la ranura metálica fue mayor en todos los aspectos debido a las posibles causas anteriormente señaladas. **Gráfica 1.**

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LA FUERZA DE FRICCIÓN DE UN ARCO DE ACERO INOXIDABLE POR LA RANURA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS

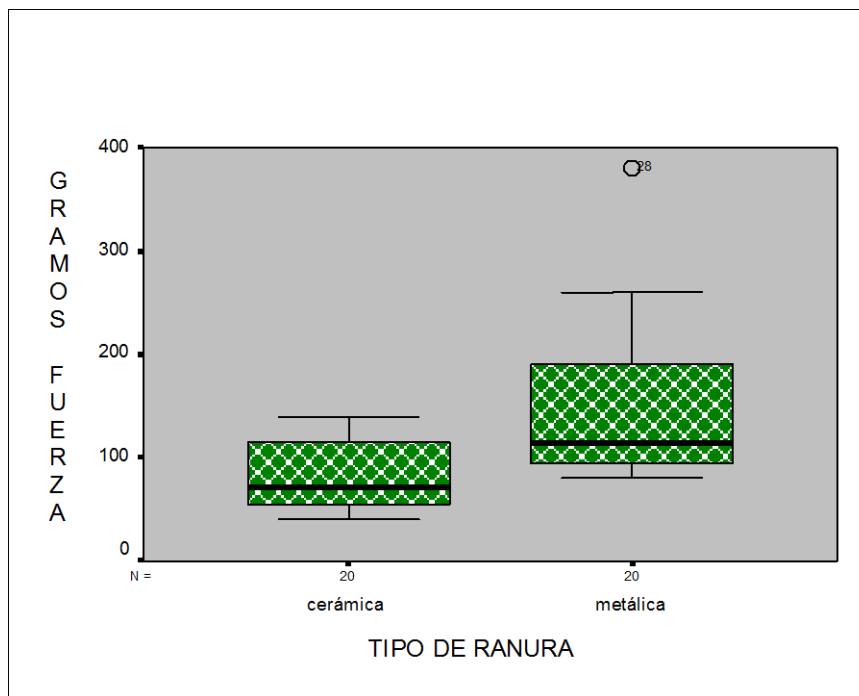
B R A C K E T S C E R A M I C O S	TIPO DE RANURA	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA
	CERÁMICA	20	76.00	30.86	6.90
	METÁLICA	20	145.00	74.52	16.66

Tabla 3. Se muestra en ambos grupos los datos obtenidos. En la media, desviación estándar y error estándar de la media.

Se muestra en la siguiente gráfica la ubicación de la distribución de los gramos fuerza por grupo de los brackets cerámicos, en la ranura cerámica se aprecia que va de 40 grs. /fuerza en el límite inferior a 140 grs./ fuerza en el límite superior con una media de 76 grs. /fuerza.

Para el grupo de los brackets cerámicos con ranura metálica se puede observar que la distribución va de los 100 grs. /fuerza en el límite inferior a 400 grs. / fuerza en su límite superior con una media de 145 grs. /fuerza.

COMPARACIÓN POR GRUPO DE LOS GRAMOS FUERZA DE UN ARCO DE ACERO INOXIDABLE POR LA RANURA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS



Gráfica 3. Se observa la distribución de la media de la muestra en ambos grupos de brackets cerámicos según los datos obtenidos.

Para comparar las diferencias entre las medias de la fuerza de fricción de un arco de acero inoxidable por la ranura de los brackets cerámicos, se aplicó una prueba estadística T de Student no pareada con un intervalo de confianza de 95%. Resultando una significancia $p < 0.01$, la cual indica que la fuerza de fricción generada durante el desplazamiento de un arco de acero por la ranura de los brackets cerámicos fue mayor en la metálica.

VALORES DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA APLICADA A LOS DOS GRUPOS AL DESPLAZAR UN ARCO DE ACERO POR LA RANURA DE LOS BRACKETS CERÁMICOS

	Prueba para la igualdad de varianza		Prueba de T					
	F	Sig.	T	SIG. De 2 colas	Diferencia de la media	Error estándar de la media	Intervalo de confianza	
Varianzas iguales	7.014	.012	-3.632	.001	-65.50	18.03	Inferior -102.01	Superior -28.99
Varianzas diferentes			-3.632	.001	-65.50	18.03	-102.62	-28.38

Tabla 4. Se aplicó una prueba estadística de T de Student no pareada, encontrando una diferencia significativa de $p < 0.01$.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos estadísticos obtenidos de las veinte muestras de los brackets cerámicos con ranura cerámica, presentaron un menor grado de fricción teniendo una media de 76 gramos/ fuerza habiendo una distribución más uniforme.

El grupo de veinte brackets cerámicos con ranura metálica presentó mayor fricción con una media de 145 gramos/ fuerza con datos más dispersos.

Se aplicó una prueba de T encontrándose diferencias significativas entre los grupos con una $p < 0.05$.

Los brackets con ranura metálica presentaron mayor grado de fricción que los de ranura cerámica al desplazar el arco de acero inoxidable.

Debido a las siguientes posibles causas:

- ✓ ***Diseño de la ranura metálica de los brackets cerámicos*** (Clarity), ya que ésta no es continua presentando una depresión en la parte central de la ranura, siendo más uniforme en su totalidad en el bracket cerámico con ranura cerámica (Transcend). **(Fig. 14)**

Un estudio realizado en el año 2002 por **Kusy y Whitley** reportó que en el bracket cerámico con ranura metálica (Clarity) ***no era constante*** ya que ésta no se extiende hacia las alas del bracket, además de tener una depresión en la parte central del bracket lo que representa un problema de torque en el diente¹¹ y por lo tanto puede generar mayor fricción de la esperada.

- ✓ ***Ensamble entre el arco de acero y la ranura de los brackets cerámicos***, asentando el arco en su totalidad dentro de la ranura cerámica (Transcend), no siendo así en la ranura metálica de los brackets cerámicos (Clarity). **(Fig. 15)**

¹¹ Kusy R, Whitley J. Angle Orthodontist 2002; **71**: 364-374.

- ✓ ***Falta de uniformidad en las medidas del arco de acero***, ya que se realizaron en todos los arcos tres medidas en las partes donde se desplazaron sobre de las ranuras de los brackets cerámicos, encontrando en la mayoría una falta de precisión en las medidas que el fabricante menciona. **(Fig. 16)**

La gran mayoría de los autores que han realizado investigaciones de este tipo encontraron resultados diferentes a los de éste proyecto, es decir, que la mayor fricción generada fue en los brackets cerámicos con ranura cerámica aunque las condiciones de trabajo y metodología no fueron exactamente las mismas.

Como se mencionó anteriormente el uso y manejo de los brackets cerámicos con o sin ranura metálica es distinto al de los brackets metálicos de ahí la importancia de realizar investigaciones de este tipo, aunque se debe de tener en mente que son *in vitro* y que la fricción generada disminuye de un 45 a 60% debido a la presencia de saliva y otros factores en boca.

Algunos autores difieren con los resultados expuestos en este estudio como **Rose C. y Zernik J.**, quienes encontraron menor grado de fricción en los brackets cerámicos con ranura metálica.⁸

Al igual que el estudio realizado por **Dickson J, Jones S.**, quienes demostraron que en el bracket policristalino con ranura metálica había menor fricción que en el cerámico.⁹

⁸ Rose C, Zernik J. J Clin Orthod 1996; **30:78-84.**

⁹ Dickson J, Jones S. J Clin Orthod 1996; **30:516-518.**

CONCLUSIONES

Se comprueba la hipótesis en donde la fricción generada por el desplazamiento de un arco de acero inoxidable en la ranura cerámica, es menor que en la metálica.

Los brackets con ranura metálica presentaron mayor grado de fricción que los de ranura cerámica al desplazar el arco de acero debido a las siguientes posibles causas que encontramos durante la elaboración de este proyecto:

- 1. Diseño de la ranura metálica de los brackets cerámicos.**
- 2. Ensamble entre el arco de acero y la ranura de los brackets cerámicos.**
- 3. Falta de uniformidad en las medidas del arco de acero.**

De los resultados obtenidos en la pruebas estadísticas la fricción generada en las ranuras de los brackets cerámicos se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos $p < 0.01$, siendo menor en la ranura cerámica.

Por los datos obtenidos sería muy enriquecedor que se continuara con la investigación utilizando la misma metodología y materiales, pero siendo mas objetivos en los criterios de inclusión, es decir, que las medidas de las ranura de los brackets y los arcos sean los que el fabricante señala, aumentando el tamaño de la muestra y disminuir el margen de error.

Se propone otro estudio similar para poder refrendar o contradecir los resultados de esta investigación así como una extensa revisión de la literatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bishara S. Ceramic brackets and the need to develop national standards. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000 ; **117: 595-597.**
2. Canut J. Biomecánica. Ortodoncia clínica. México: Salvat 1992; **270-271.**
3. Michelberger D, Eadie R, Faulkner M, Glover K, Prasad N, Major P. The friction and wear patterns of orthodontic brackets and archwires in the dry state. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000 ; **118: 662-674.**
4. Aguirre J. Comparación de fuerzas de fricción en el desplazamiento dental *in vitro* entre brackets convencionales y de autoligado. Tesis para obtener el grado de Ortodoncia. *Universidad Tecnológica de México* 2000.
5. Omana M, Moore R, Bagby M. Frictional properties of metal and ceramic brackets. *J Clin Orthod* 1992 ; **26:425-429.**
6. Tanne K, Matsubara S, Hotei Y, Sakuda M, Yoshida M. Frictional forces and Surface topography of a new ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994 ; **21:273-278.**
7. De Franco D, Spiller R, Fraunhofer J. Frictional resistances using Teflon-coated ligatures with various bracket-archwire combinations. *Angle Orthodontist* 1995 ; **1:63-73.**
8. Rose C, Zernik J. Reduced Resistance to Sliding in Ceramic Brackets. *J Clin Orthod* 1996 ; **30:78-84.**
9. Dickson J, Jones S. Frictional Characteristics of a Modified Ceramic Bracket. *J Clin Orthod* 1996 ; **30:516-518.**
10. Loftus B, Artun J, Nicholls J, Alonzo T, Stoner J. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999 ; **116:353-363.**

11. Kusy R, Whitley J. Frictional Resistances of Metal-lined Ceramic Brackets Versus Conventional Stainless Steel Brackets and Development of 3-D Friction Maps. *Angle Orthodontist* 2002 ; 71:364-374.
12. Karamouzou A, Athanasiou A, Papadopoulos M. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997 ; **112:34-39.**
13. Bazakidou E, Nanda R, Duncanson M, Sinha P. Evaluation of frictional resistance in esthetic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997 ; **112:138-143.**
14. The ADA Council on Dental Materials, Instrument and Equipment. Ceramic Orthodontic Brackets: How and When to Use Them. *JADA* 1992 ; **2:243-244.**
15. Ghafari J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *Angle Orthodontist* 1992 ; **2:145-152.**
16. Rhodes R, Duncanson M, Nanda R, Currier G. Fracture strengths of ceramic brackets subjected to mesial-distal archwire tipping forces. *Angle Orthodontist* 1992 ; **1:67-76.**
17. Meling T, Odegaard J, Holthe K, Segner D. The effect of friction on the bending stiffness of orthodontic beams: *A theoretical and vitro study.* *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997 ; **112:41-9.**
18. Rhee J, Chun Y, Row J. A comparison between friction and frictionless mechanics with a new typodont simulation system. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001 ; **119:292-9.**
19. Tracey S. Use of Ceramic Brackets with Dental Arch Crowding. *3m Unitek* 1998.
20. Tracey S. A New Era In Esthetic Appliances. *3m Unitek* 1998.
21. Tzou S. Alastik Easy-To-Tie Ligature Development. *3m Unitek* 1999.

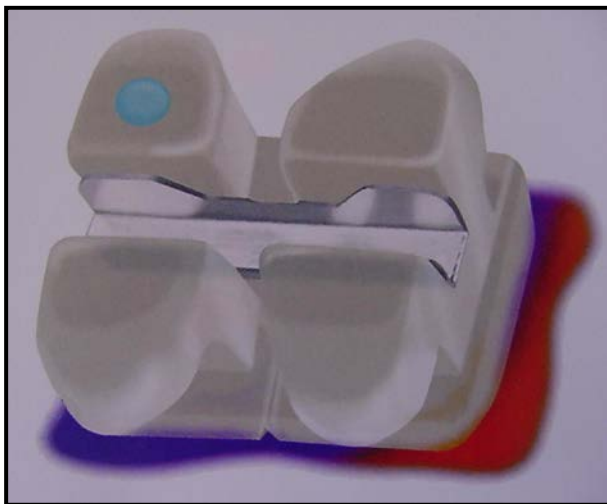
FIGURAS

Figura 1: Bracket cerámico con ranura metálica (Clarity) 3M Unitek.



Figura 2: Bracket cerámico con ranura cerámica (Transcend) 3M Unitek.

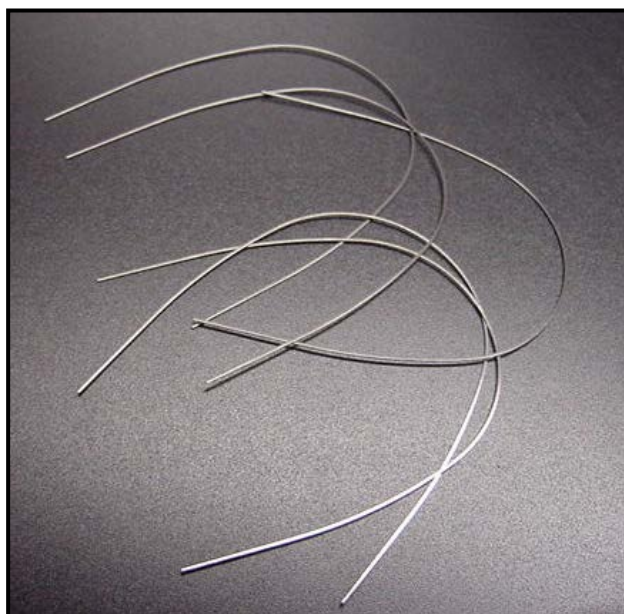


Figura 3: Arcos de acero inoxidable 0.018" x 0.025" 3M Unitek.

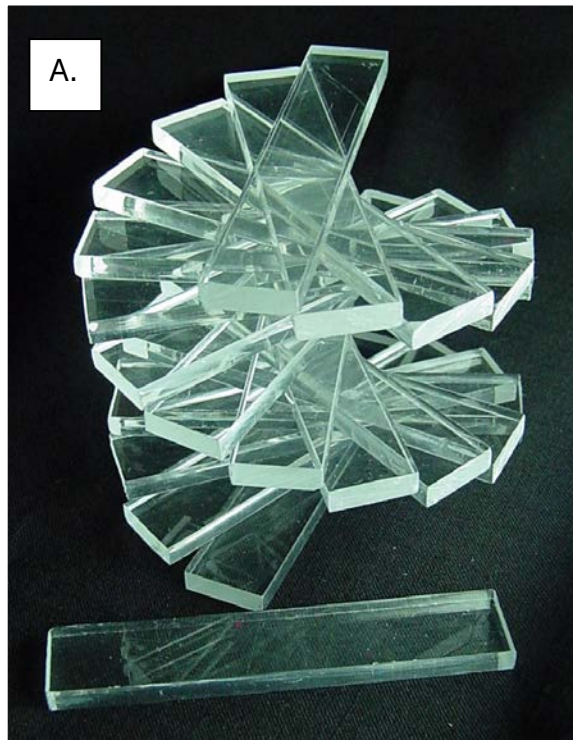
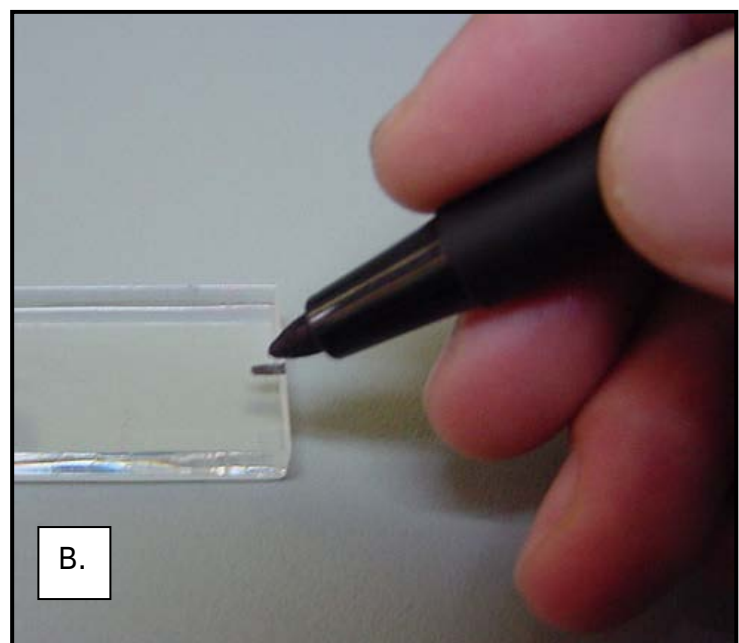


Figura 4: A). Bloques de acrílico de 10 cm. de longitud cada uno. B). Marcado del eje longitudinal de los bloques de acrílico con el marcador.



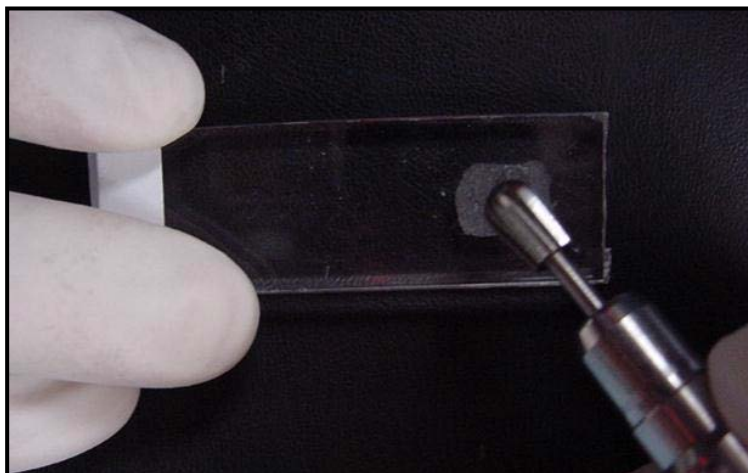


Figura 5: Preparación de los bloques de acrílico con la pieza de mano de baja velocidad y el fresón de acero para darle retención a las bases de los brackets.

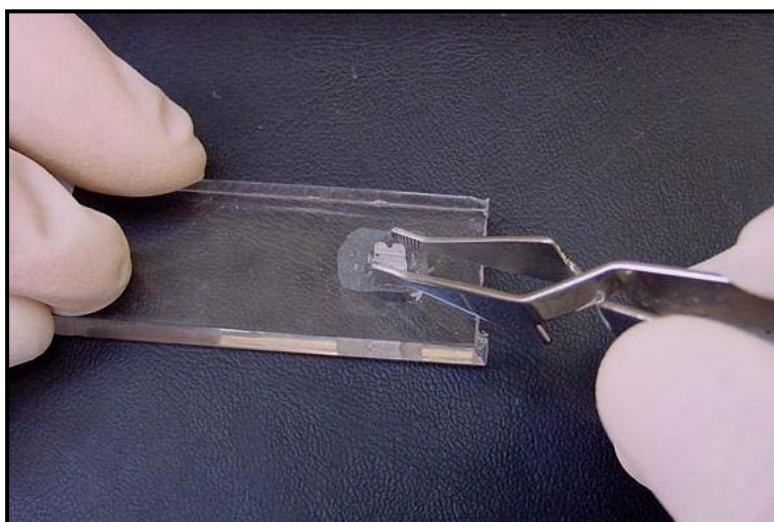


Figura 6: montaje y fijación con el monómero y polímero de los brackets sobre los bloques de acrílico con las pinzas portabackets.

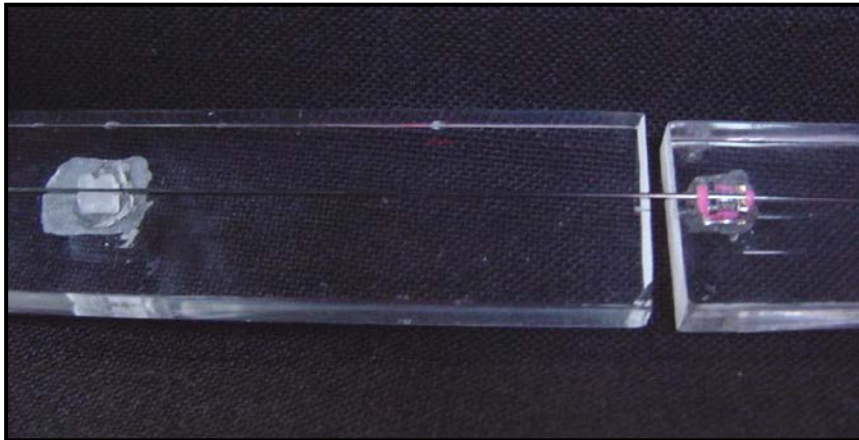


Figura 7: Los brackets cerámicos se alinearon con un brackets 0° y una tira de acero de 0.018" x 0.025"

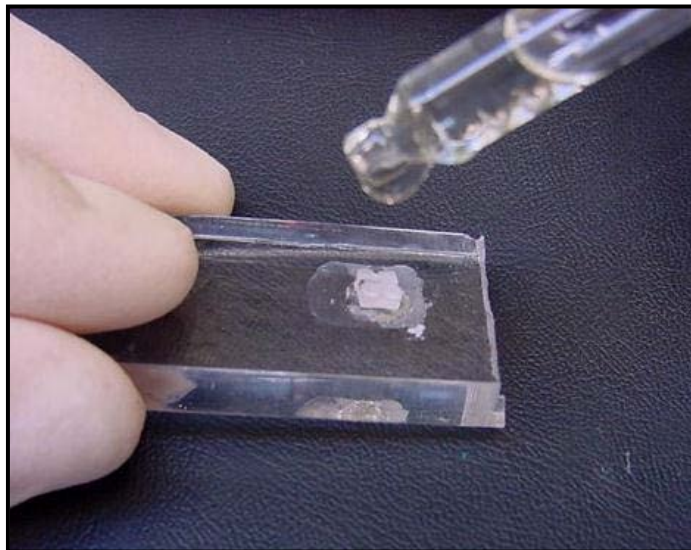


Figura 8: se colocó una gota de etanol en las ranuras de los brackets para descontaminarlas.

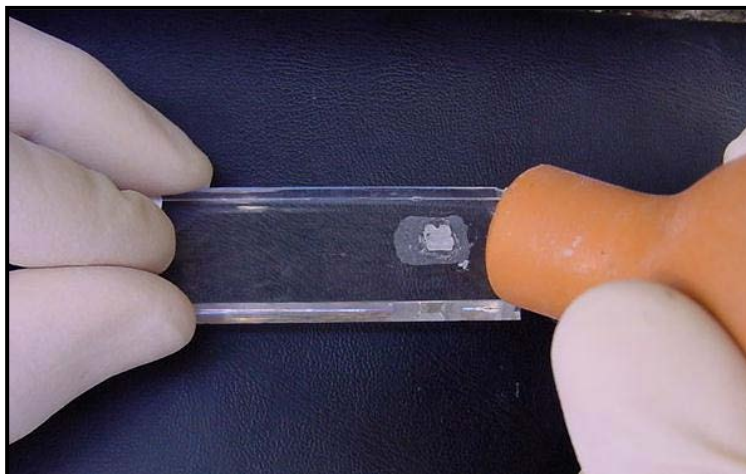


Figura 9: con la perilla de hule se secó la gota de etanol.

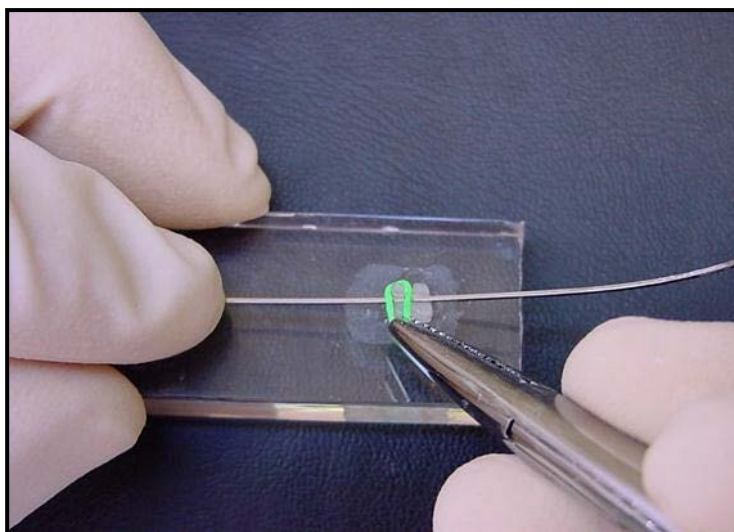
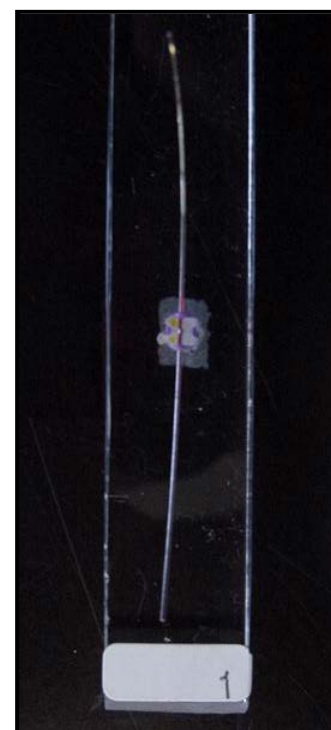


Figura 10: Cada arco se colocó dentro de la ranura de los brackets por un solo operador sosteniéndose con un módulo elastomérico.

Figura 11. Cada muestra fue etiquetada para su identificación.



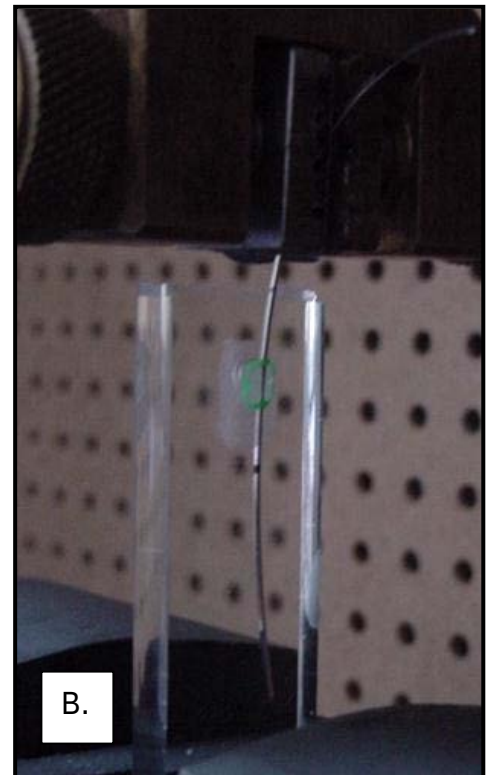
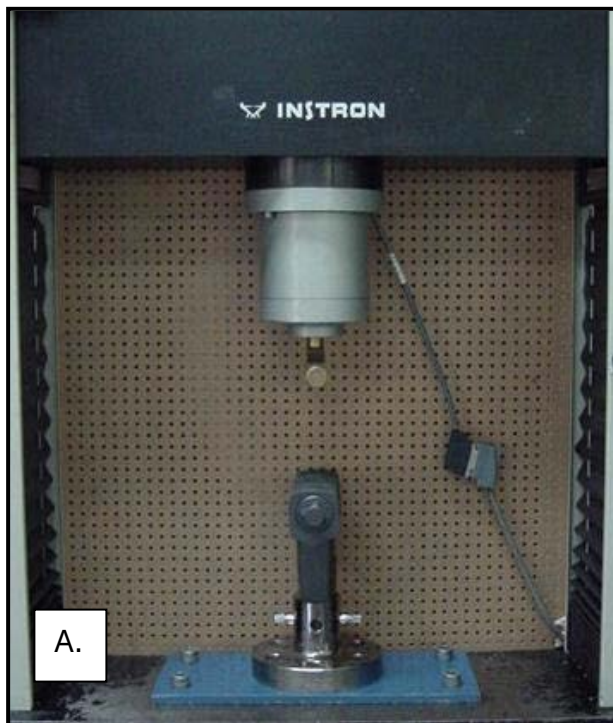


Figura 12: A). El aparato de pruebas "Instron" modelo 1137. B). Montaje de las muestras.

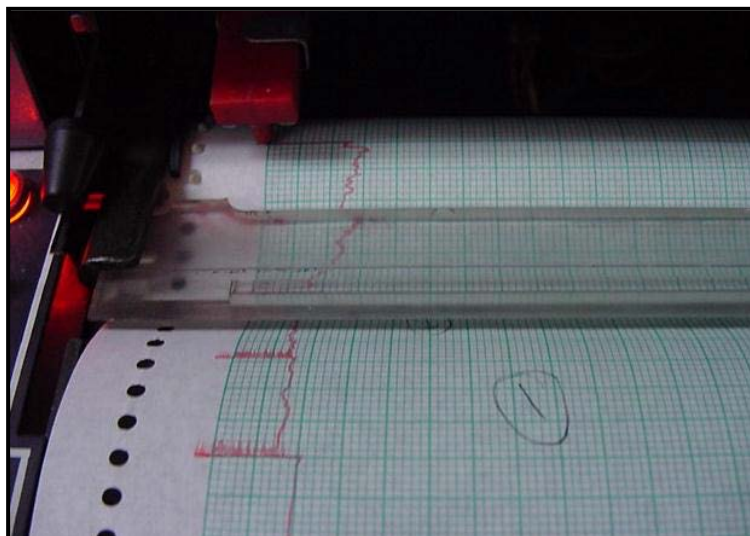


Figura 13: Los datos obtenidos se registraron por medio del polígrafo en hojas milimetradas.

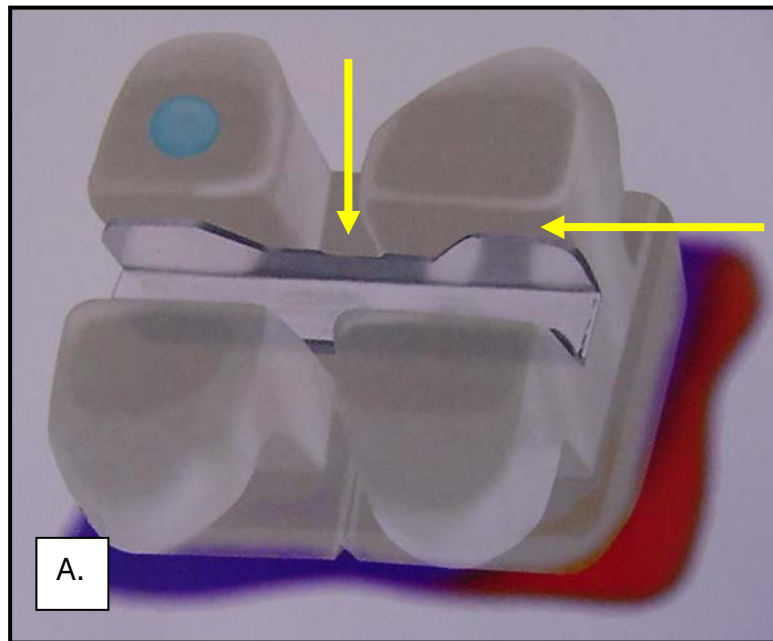
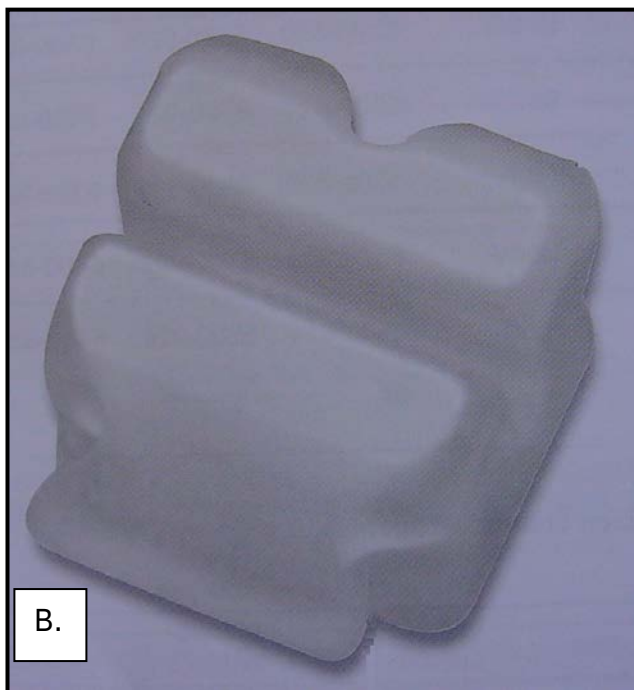


Figura 14: A). El diseño de la ranura metálica no es uniforme en toda su longitud. B). Siendo así en la ranura cerámica.



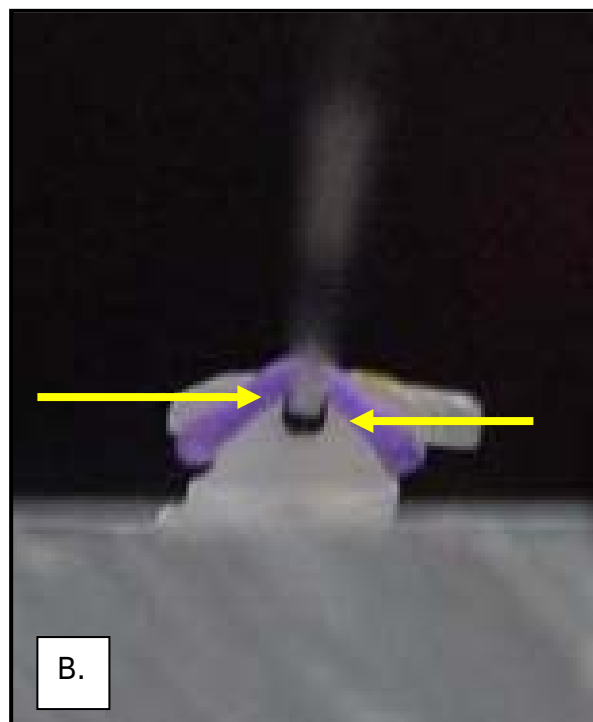
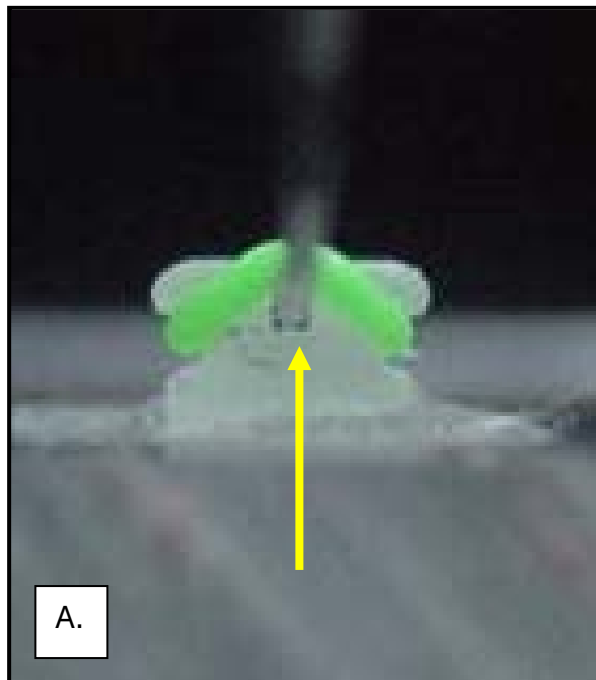


Figura 15: A). El ensamble entre el arco de acero y la ranura fue más uniforme en la cerámica. B). que en la metálica.



Figura 16: Al realizar las mediciones de los arcos, estas en su mayoría no fueron constantes.

