



**UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE PUEBLA**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

Tesis:

***“ESTUDIO IN VITRO: FUERZA GENERADA POR
MILIMETROS DE ACTIVACION DE RESORTES CON
BUCLE EN T CONSTRUIDOS CON TMA O ELGILOY AZUL”***

Para obtener:

La Especialidad en Ortodoncia

Presenta:

CD. Paola Ramírez Baños

Asesor Disciplinario: C.D.M.O. Alejandro Fernández
Asesor Metodológico: M.S.P. Jesús Luzuriaga Galicia.

Primavera 2009



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.

La presente tesis se realizara bajo la dirección del C.D.M.O. Alejandro Fernández Tamayo como asesor disciplinario y M.S.P. Jesús Luzuriaga Galicia como asesor metodológico.

Resumen

Los tratamientos ortodóncicos que requieren extracciones constan de tres fases que son: Fase 1) alineación y nivelación; Fase 2) cierre de espacios y Fase 3) Tip, torque y terminado. Para la fase de cierre de espacios es importante determinar que tipo de mecánica será empleada, generalmente se usan los resortes de retracción como lo son el bucle en T, doble helicoidal y vertical.

Existen una gran variedad de resortes utilizados para la retracción del segmento anterior, los cuales son elaborados con diferentes materiales, como acero inoxidable, TMA y Elgiloy azul.

Una de las principales características que deben tener estos resortes es la capacidad de transmitir una fuerza óptima y constante para lograr la reabsorción ósea necesaria para producir el movimiento de distalización del segmento anterior.

El objetivo de este estudio es determinar que tipo de material, TMA o Elgiloy azul, es más adecuado para la elaboración del bucle en T para retracción y así tener conocimiento de que material es el más indicado para ejercer una fuerza optima.

Fueron utilizados tiras de TMA y Elgiloy Azul para ello se elaboraron 25 resortes de cada material y se montaron en cubos de acrílico de 10mm x 20mm y posteriormente se empleo el Instron para medir la fuerza por milímetro de activación.

El análisis estadístico que será usado es la prueba T de Student, obteniendo como resultado de acuerdo a su comportamiento que la aleación de TMA es el material mas adecuado para la realización del bucle en T; ya que puede ser activado hasta 2mm aportando un nivel de fuerza de 0.24 ± 0.03 grf optimo para la retracción del segmento anterior.

Antecedentes

Una meta del tratamiento ortodóncico es realizar la retracción del segmento anterior, para lo cual se dobla a menudo un arco continuo en una forma que se espera que libere la fuerza adecuada (1).

El sistema de arcos continuos divide la fuerza generada por los diferentes loops o bucles, produciendo un movimiento dental con la conexión de los segmentos con los elementos activos: Resortes, coils y cantilevers (2).

El sistema ideal de fuerzas debe seguir los siguientes criterios (3):

- Proveer fuerzas óptimas para el movimiento dentario, para evitar efectos indeseables como pérdida de anclaje, inclinaciones indeseadas e hialinización.
- Ser cómodo e higiénico para el paciente.
- Mínima manipulación por el operador y menor tiempo en sillón.
- Mínima cooperación del paciente
- Ser económico.

La fuerza ideal que debe insertar un resorte de retracción, es aquella que aplique fuerzas ligeras y continuas; para lograr esto es necesario entender como el diámetro del alambre y la geometría del resorte o bucle afectan la relación momento fuerza. El aumentar la longitud del alambre se tiene un efecto en la carga debido a que la fuerza creada es menor (4).

La meta final de un sistema de retracción es el cierre eficaz de espacio dentro del arco dental; los diseños de las aplicaciones y materiales de los aparatos que logran este efecto varían considerablemente (5).

Los ortodoncistas logran el cierre de espacio de diferentes maneras, los sistemas de menor fricción durante el cierre de espacios son superiores a los sistemas que introducen la fricción como medio de cierre de espacios (6).

El control tridimensional durante la retracción de los dientes anteriores superiores no sólo es esencial para la estética facial, sino también para la función del sistema estomatognático y la estabilidad de tratamiento ortodóncico (7).

Debe supervisarse la magnitud de las fuerzas y momentos aplicados por los aparatos ortodóncicos, para perfeccionar el movimiento del diente y evitar los efectos colaterales no deseados (1).

El resorte para la retracción ideal debe aportar una fuerza ligera de duración continua y debe aplicar las cuplas de fuerza de una magnitud conveniente para prevenir inclinación y rotación que ocurre cuando el diente es retraído (8).

La distribución controlada de fuerzas entre las partes anteriores y posteriores de un aparato fijo sólo puede lograrse dividiendo el arco en segmentos. Cada segmento es consolidado en una unidad rígida por una sección de alambre pesado rectangular. El segmento anterior incluye los cuatro incisivos y posiblemente los caninos, para formar la unidad activa anterior y las dos posteriores de premolares a molares (9).

Burstone C. menciona que para conseguir la retracción canina se requieren entre 75 y 150 grf; para la retracción anterior recomienda una fuerza no mayor de 250 grf y para llevar acabo una protracción posterior recomienda una fuerza mayor de 300 grf (10).

Mientras que Trevisi H. y cols. recomiendan que la fuerza óptima para cerrar espacios debe estar entre 100 grf y 159 grf, sin exceder de 200 grf (11).

Los bucles en forma de T tienen mucho alambre adicional en el plano horizontal, lo que incrementa su resistencia y flexibilidad, reduce las fuerzas y les da un amplio rango de trabajo. Se utilizan para retraer caninos y protraer molares en forma individual y son recomendables para el cierre de espacios en masa por la buena proporción de carga-deflexión que generan (12).

Los movimientos dentales ortodóncicos son caracterizados por una traslación, rotación o una combinación de ambas. La habilidad del resorte de producir un movimiento en particular depende del radio momento-fuerza el cual debe ser definido; en combinación con la magnitud de la fuerza que debe ser suficientemente alta para producir un movimiento sin causar lesión o daño(13).

Los bucles en forma de T fueron diseñados para producir fuerzas iguales y momentos opuestos en una posición céntrica (12).

Marcotte M. utiliza para la retracción dental un bucle en forma de T, de alambre TMA 0.017" x 0.025" con dobleces de preactivación para realizar movimiento en masa o cuerpo de un diente o un segmento de dientes (14).

El bucle en forma de T fue descrito por Burstone C. y es de gran utilidad para el cierre controlado de espacios (10).

El uso de torque diferencial produce una pérdida de anclaje mínima durante el cierre de espacios, con el momento mayor al lado más cercano al bucle en forma de T, y si el resorte se encuentra en el centro del espacio a cerrar obtendremos momentos iguales y opuestos (15).

Los arcos de TMA proporcionan la adaptabilidad y manejo característico de un acero inoxidable con resiliencia y fuerzas suaves de nivelación (10).

El TMA es una aleación de Titanio-molibdeno, libre de níquel, esto ultimo ayuda a reducir la sensibilidad del paciente. Teniendo la siguiente composición química: Mo. 11.5%, Ti 78%, Zr $\leq 6\%$ y Sn $\leq 4,5\%$.

La Aleación de Elgiloy azul compuesta es su mayoría por Cromo – Cobalto tiene la siguiente composición química en porcentaje de: Ni 19-23%, Fe 4-6%, Mn $\leq 1\%$ Cr 18-22%, Mo 3-5%, W 3-5%, Ti 0.1-2 %, Si $\leq 0.5\%$, C $\leq 0.03\%$, S $\leq 0.1\%$, Co 43%

Justificación

El bucle en forma de T es un resorte comúnmente utilizado para la elaboración de arcos de retracción del segmento anterior, el material con el que se elabora este resorte es de suma importancia ya que puede generar la fuerza necesaria para los movimientos dentales.

El realizar un estudio comparativo permitirá comprobar cual de los arcos elaborados con material diferente provee al operador el nivel de fuerza optimo.

Por lo que es importante conocer cuál de estos dos materiales demuestra más ventajas (fácil elaboración, facilidad de obtención del material); produciendo el nivel de fuerza optimo y por lo tanto mas rapidez en la retracción del segmento anterior.

Planteamiento del problema

Es muy frecuente en los tratamientos ortodóncicos realizar extracciones de premolares que después requieren retracción del segmento anterior; por lo cual es una necesidad del ortodoncista que se realice la retracción en el menor tiempo posible, lo cual se logra produciendo la fuerza optima y constante, para obtener como resultado un tratamiento corto, menor tiempo en sillón y mayor satisfacción del paciente.

Existen diversas mecánicas utilizadas para el cierre de espacios, como lo son la retroligadura, arcos DKL, y resortes; para su elaboración son utilizados materiales como Acero inoxidable, TMA, y Elgiloy Azul.

Por lo que es de suma importancia saber que material da los mejores resultados al producir el nivel de fuerza constante, que es necesario y así producir un cierre de espacios en el menor tiempo.

Pregunta de investigación

¿Cuál de los bucles en forma de T, el de TMA o el de Elgiloy azul, genera los niveles de fuerza óptimos por milímetro de activación?

Hipótesis

H1: El bucle en T construido con TMA genera niveles óptimos de fuerza por milímetro de activación.

H0: No hay diferencia entre los niveles de fuerza obtenida con los bucles en T elaborados con TMA o Elgiloy azul.

Objetivos

Objetivo general:

Determinar cual de los dos bucles en T (TMA vs Elgiloy azul) genera niveles de fuerza óptimos por milímetro de activación para la retracción de segmento anterior.

Objetivos específicos:

- Medir la fuerza generada por el resorte por milímetro de activación empleando el instron.
- Comparar las fuerzas generadas por cada uno de los materiales del bucle para establecer la activación de acuerdo al material.
- Definir que material es el más adecuado para el bucle en T de acuerdo con la fuerza que libera para la retracción del segmento anterior y la mecánica.

Materiales y métodos.

Recursos materiales

- 1 tubo de alambre TMA Marca GAC (Resolve) calibre 0.016" x 0.022"
- 1 tubo de alambre de Elgiloy azul Marca GAC (Coballoy) 0.016" x 0.022"
- Regla milimétrica
- Pinzas de Marcotte marca HF.
- Pinza de corte pesado (Lancer)
- Marcador indeleble (Sharpie)
- Acrílico rápido monómero y polímero (Nic tone)
- Cinta adhesiva
- Tablillas de madera
- Gotero
- Fresa de bola #8 de baja velocidad
- Rectificadora marca Dremel
- Máquina de medición universal Instron
- Computadora Acer 5100
- Paquete estadístico (SPSS15)

Tipo de estudio: Estudio experimental, transversal, comparativo, prolectivo.

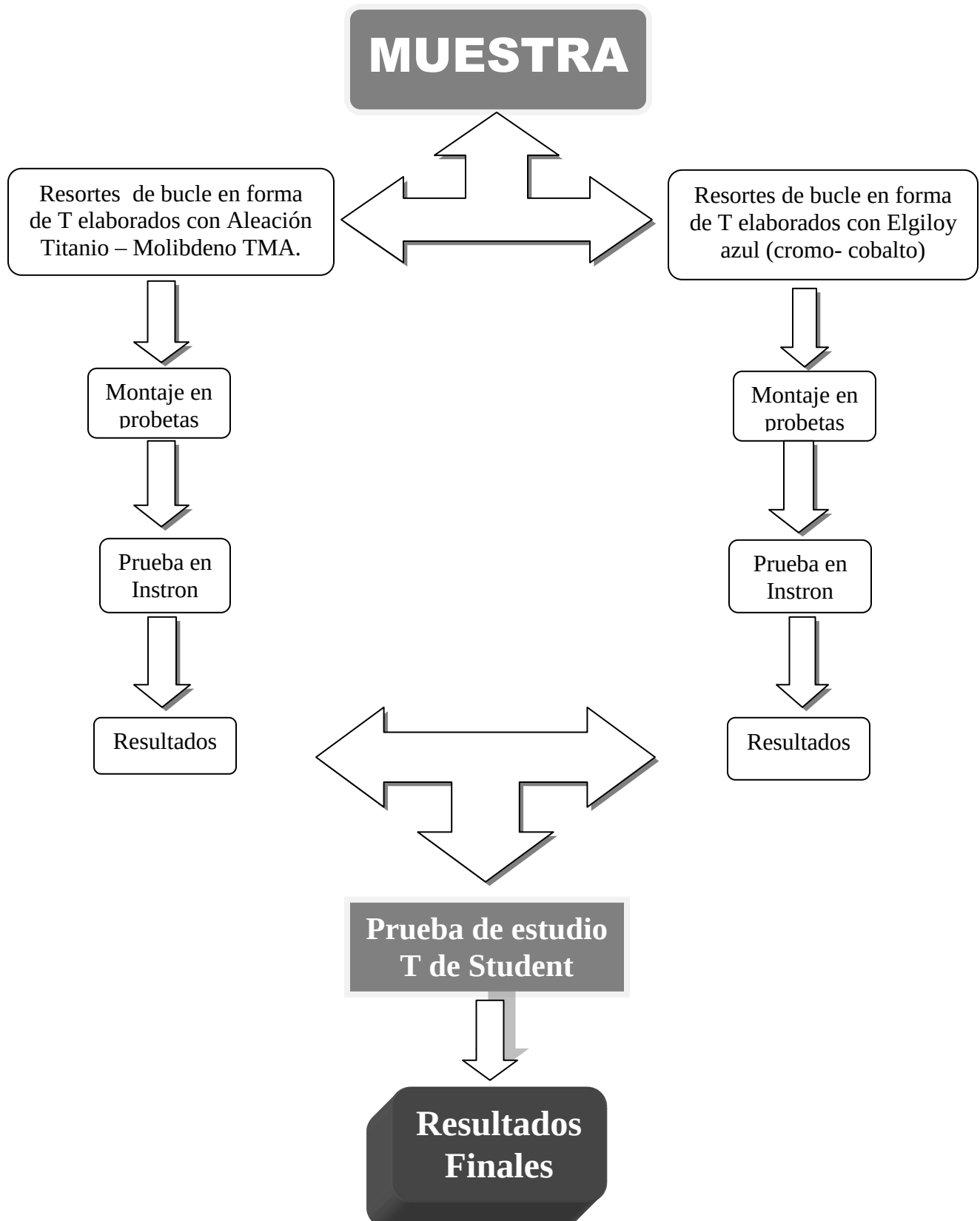
▪**Muestra:** Resortes de diseño bucle en T elaborados con TMA 25 resortes y Elgiloy azul 25 resortes calibre 0.016" x 0.022".

▪**Tipo de muestreo:** No probabilístico, conveniente.

Variables

Variable	Definición	Tipo	Categoría
Fuerza	Cantidad de fuerza ejercida por milímetro de activación.	Cuantitativa continua	Gramos-fuerza
Material del resorte	Tipo de material utilizado	Dicotómica	TMA o Elgiloy azul

Diagrama de Trabajo



Método

Descripción de la prueba piloto

Se realizó una prueba piloto para calibrar el tamaño de las probetas y del largo de cada bucle.

Se elaboraron tres bucles en T en acero 0.016" x 0.022". a una distancia entre las probetas de 30 mm.

Calibración del investigador

Se realizaron 5 bucles en T con las medidas indicadas en acero 0.016" x 0.022", de igual forma se realizaron 10 en TMA y 10 en Elgiloy los cuales fueron revisados por el asesor C.D.M.O. Alejandro Fernández; que tuvieran la geometría y las medidas indicadas. Posteriormente fueron realizados los 25 bucles en T en TMA y Elgiloy azul.

Cada uno de los resortes elaborados en la prueba se revisaron y midieron por el asesor disciplinario antes de ser montados en el acrílico para la medición de la fuerza en el Instron.

Cronograma

Actividad	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene	Feb	Mar
Elaboración de los bucles en T.							
Montaje de resortes en acrílico							
Pruebas preliminares							
Pruebas							
Análisis de resultado							
Reporte de resultado							
Finalización de la tesis							

Procedimiento

Elaboración del bucle en T:

1.- Se midieron 20mm desde el extremo del alambre, se colocó una marca con plumón indeleble y en ese punto se hizo el primer dobléz de 180° (Fig.1-2).

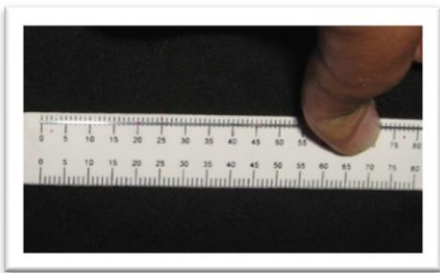


Fig.1

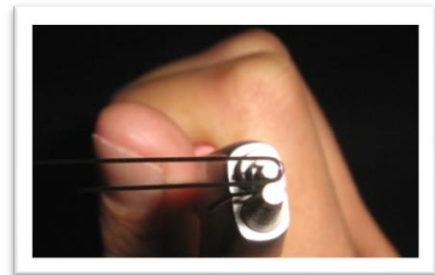


Fig.2

2.- Después de realizar el primer dobléz se midieron 5mm, se colocó una marca y en ese punto se hizo un segundo dobléz de 180° (Fig. 3 y 4).

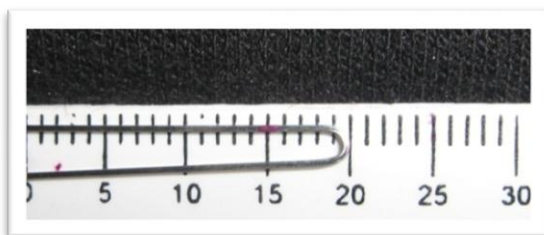


Fig.3

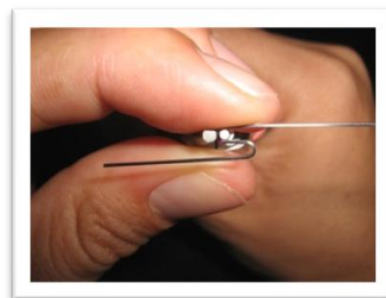


Fig.4

3.- Posterior al segundo dobléz se midieron 10mm, se colocó una marca y se realizo un tercer dobléz de 180° (Fig. 4 y 5).

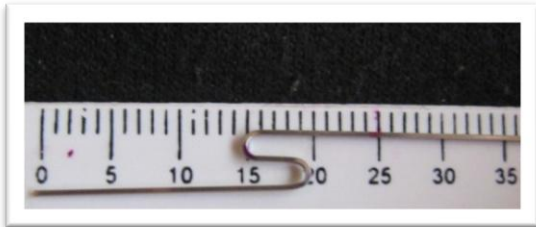


Fig.4

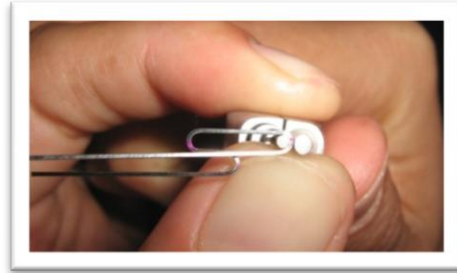


Fig.5

4.- Y finalmente se recuperó el alambre al nivel del dobléz inicial y se agregaron otros 20mm antes de cortar el extremo (Fig.6 y 7).

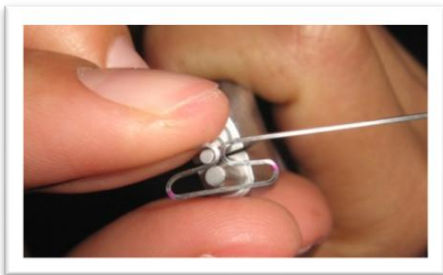


Fig.6



Fig.7

5.- Elaborando 25 resortes de Elgiloy Azul (Fig. 8) y 25 resortes de la aleación TMA (Fig. 9).

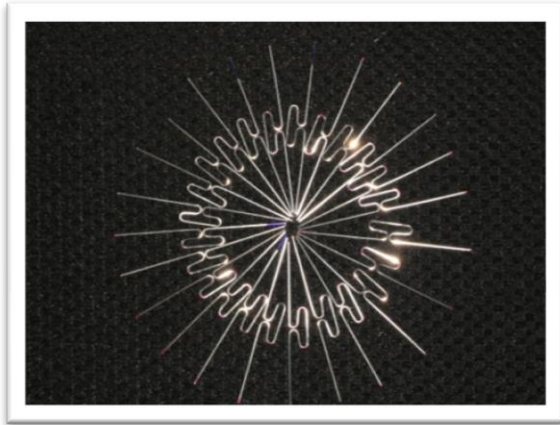


Fig. 8

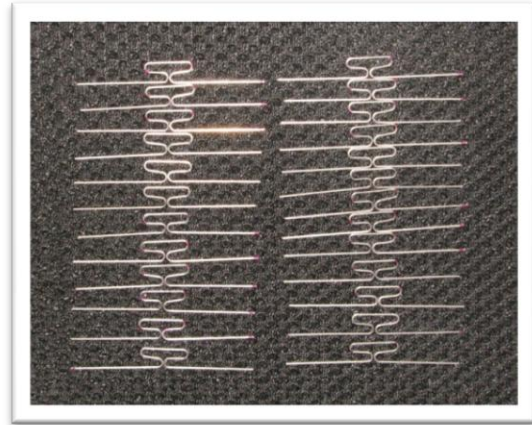


Fig. 9

Elaboración de las probetas de acrílico:

1.- Se colocó la cinta adhesiva en las tiras de madera. (Fig. 10 y 11).



Fig.10



Fig.11

2.-Se colocaron las tiras de madera sobre la hoja de triplay y amarradas con ligas en los extremos (Fig. 12). Posteriormente fue colocado un cubo de 10mm de ancho entre las tablas (Fig. 13).



Fig.12



Fig. 13

3.- Colocando cubos cada 10mm a lo largo de cada tira de madera (Fig. 14).

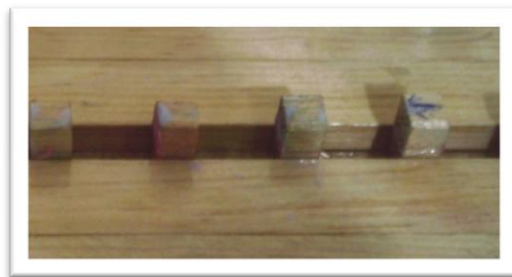


Fig. 14

4.- Se colocó acrílico. (Fig. 15). Una vez polimerizado fueron quitadas las ligas, para obtener las pipetas de acrílico que median 10 mm de ancho por 20mm de largo (Fig. 16).



Fig. 15

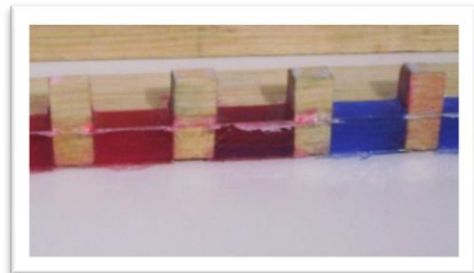


Fig. 16

Obteniendo 50 Cubos azules (Fig. 16) y 50 cubos rojos (Fig. 17).



Fig. 16



Fig. 17

Montaje de los resortes en las probetas

1.- Se hizo una marca de 2mm sobre la cual se realizo un dobléz de 90° para la retención y otra de 3mm en el extremo de cada resorte para marcar hasta donde debe estar embebido el alambre en el resorte. (Fig. 18) (Fig. 19)

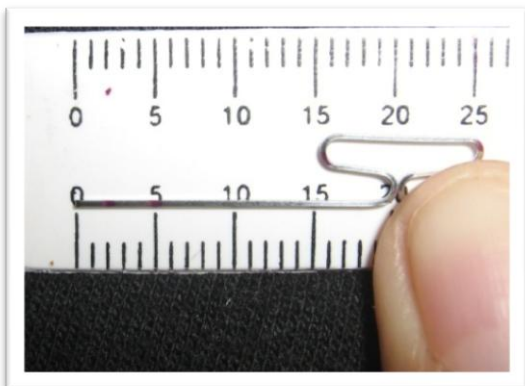


Fig. 18

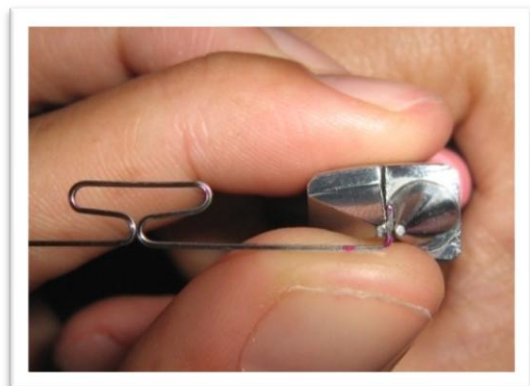


Fig. 19

2.- Con una fresa de bola de carburo No. 8 de baja velocidad fue preparado un nicho en cada probeta de acrílico (Fig. 20 y 21).

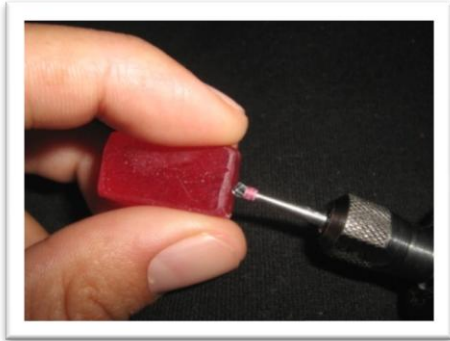


Fig. 20



Fig. 21

3.- Se puso acrílico en cada cubo y fue colocado el resorte hasta que se llego a la marca realizada en el alambre (Fig. 22) y fijando cada resorte hasta que se polimerizo el acrílico. (Fig. 23) Primero de un extremo y luego del otro extremo. (Fig. 24)



Fig. 22



Fig. 23

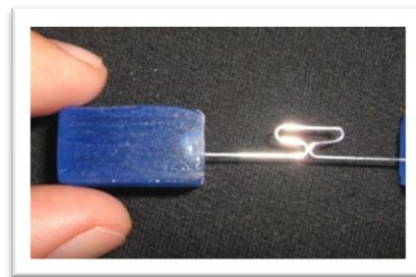


Fig. 24

Prueba con el Instron

Fueron medidos cada resorte. Fue medida la fuerza a 1mm de activación (Fig. 25), 2 mm de activación (Fig. 26) y 3 mm de activación (Fig. 27).



Fig. 25

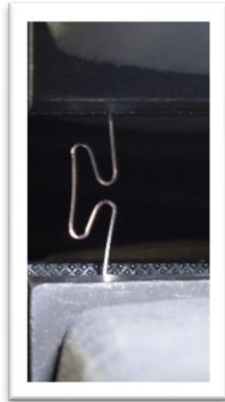


Fig. 26



Fig. 27

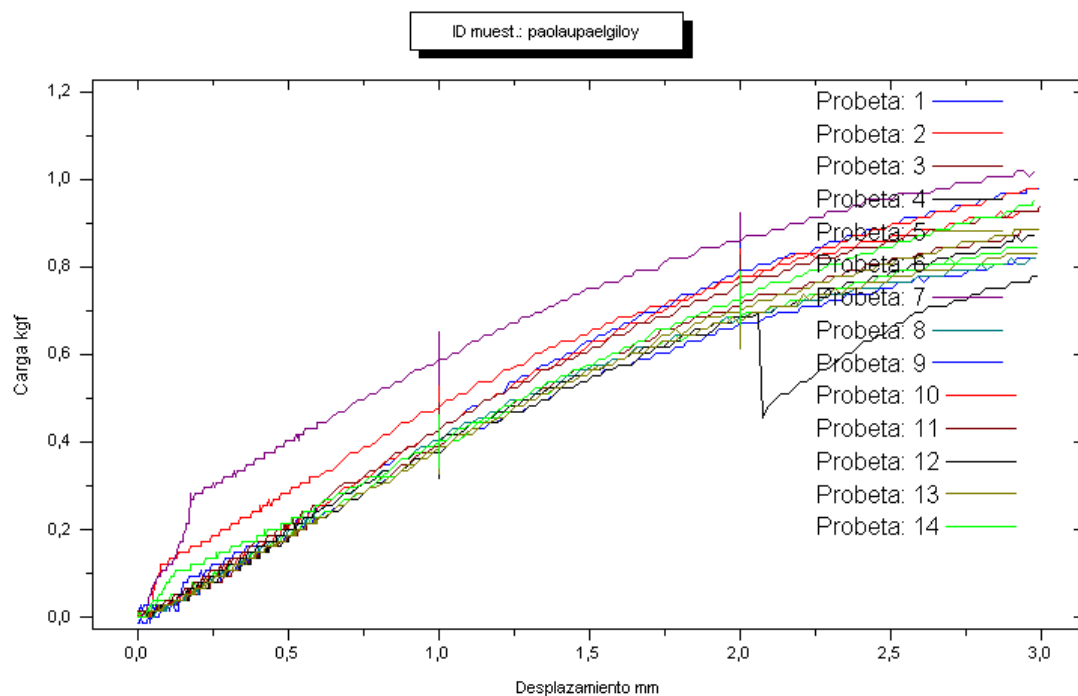
Resultados

Tabla 1. Fuerza generada por bucle en T elaborado con Elgiloy azul

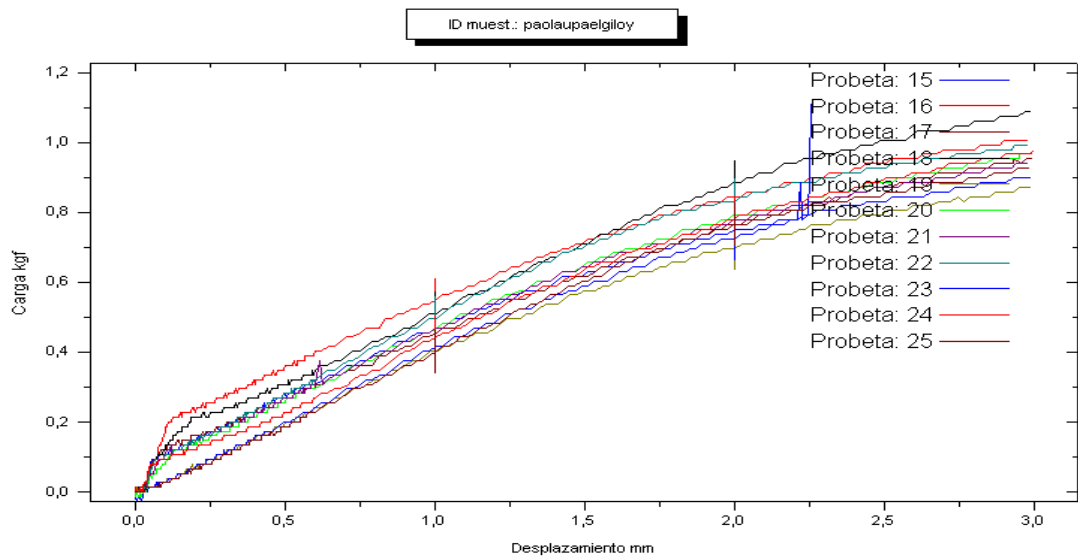
No. de probeta	kgf 1mm	Kgf 2mm	Kgf 3mm
1	0.3758	0.6711	0.8188
2	0.4802	0.7785	0.9262
3	0.3893	0.7127	0.8859
4	0.3758	0.6846	0.8725
5	0.3868	0.6988	0.8859
6	0.3867	0.6853	0.8456
7	0.5888	0.8591	1.02
8	0.4027	0.6846	0.8188
9	0.4274	0.7919	0.9799
10	0.4274	0.7785	0.9799
11	0.4267	0.7651	0.9396
12	0.3996	0.6846	0.7785
13	0.3869	0.672	0.8322
14	0.4006	0.726	0.953
15	0.4669	0.7517	0.8993
16	0.5479	0.8456	1.02
17	0.4534	0.7651	0.953
18	0.5101	0.8859	1.087
19	0.4027	0.698	0.8725
20	0.4677	0.7919	0.9664
21	0.468	0.7785	0.9396
22	0.4966	0.8322	0.9933
23	0.4134	0.7254	1.168
24	0.44	0.7799	0.9799
25	0.3998	0.7651	0.9262

Nota: La probeta marcada de color azul fue eliminada ya que mostro un comportamiento diferente.

Grafica de probetas elaboradas en Elgiloy azul de la 1 a la 14



Grafica de probetas elaboradas en Elgiloy azul de la 15 a la 25



*Datos tomados de la tabla 1

El nivel de fuerza liberado por los bucles en T elaborado con Elgiloy azul es elevado mostrando los siguientes valores:

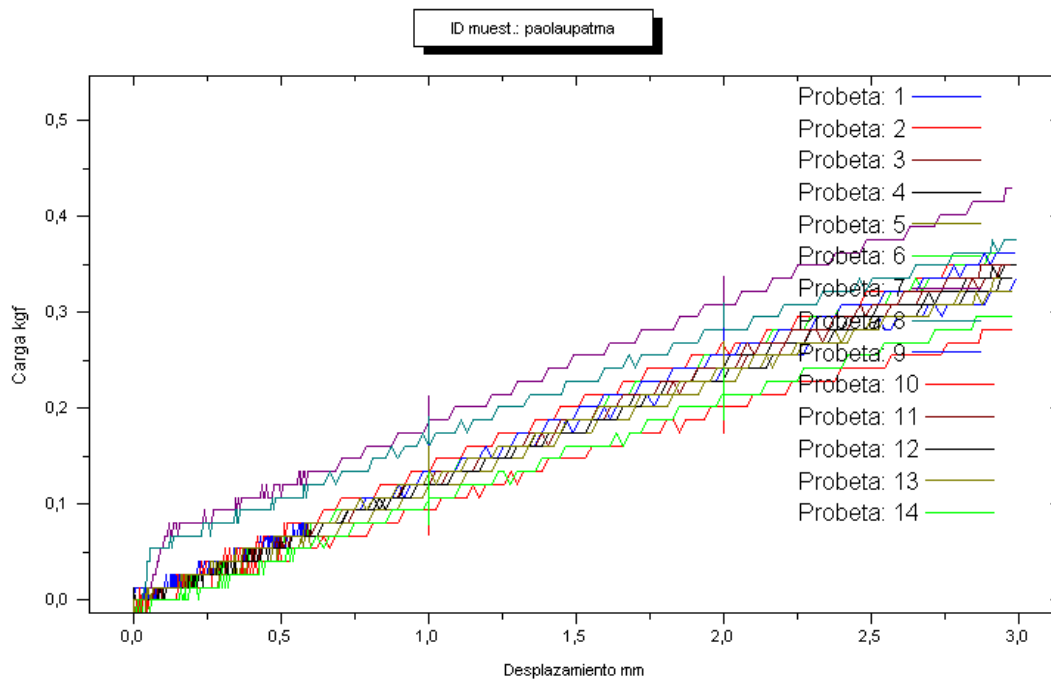
Activación en mm	Fuerza promedio y desviación estándar
1mm	0.44 ± 0.06 grf
2mm	0.75 ± 0.06 grf
3mm	0.93 ± 0.08 grf

Tabla 2. Fuerza generada por bucle en T elaborado con TMA

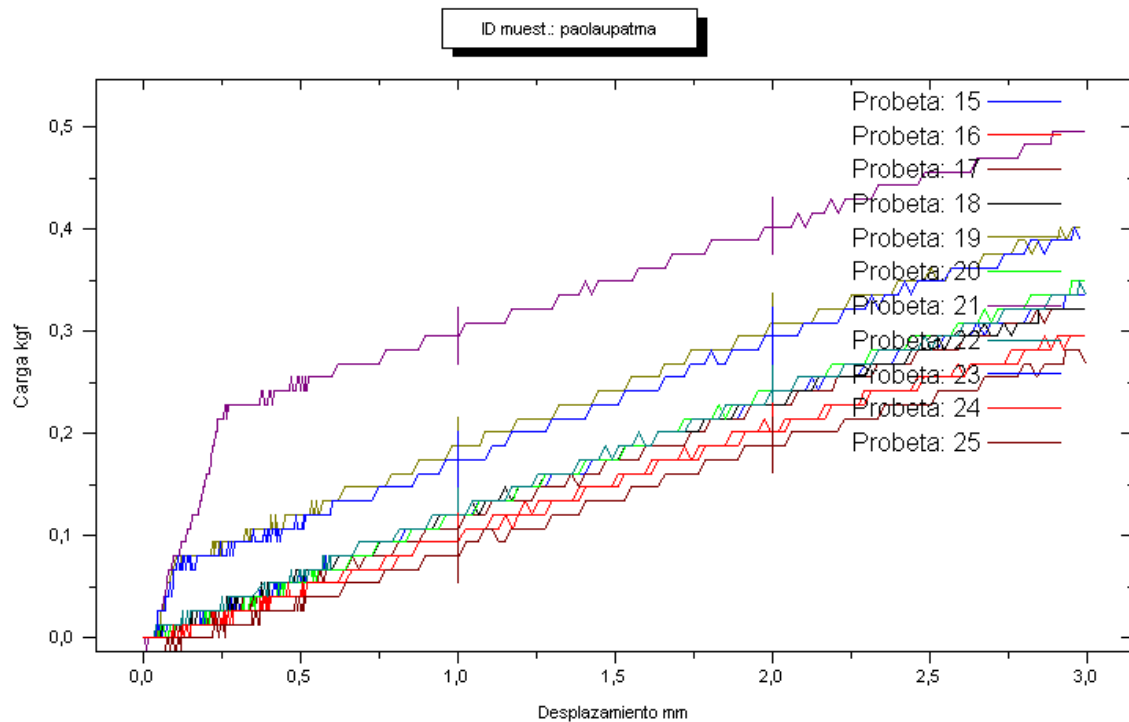
No. de probeta	kgf 1mm	Kgf 2mm	Kgf 3mm
1	0.1208	0.2416	0.3356
2	0.1342	0.2676	0.3624
3	0.1208	0.2416	0.349
4	0.1208	0.2419	0.349
5	0.119	0.2282	0.3356
6	0.1342	0.255	0.3624
7	0.1854	0.3087	0.4295
8	0.163	0.2819	0.3758
9	0.1342	0.255	0.3624
10	0.0939	0.2013	0.2819
11	0.1208	0.2416	0.349
12	0.1208	0.229	0.3356
13	0.1318	0.2416	0.3221
14	0.1053	0.2148	0.2953
15	0.1208	0.2416	0.3356
16	0.0939	0.2013	0.2953
17	0.1074	0.2282	0.3356
18	0.1208	0.2282	0.3356
19	0.1879	0.3087	0.4027
20	0.1208	0.2416	0.349
21	0.2953	0.4027	0.4966
22	0.1208	0.2416	0.349
23	0.1745	0.2953	0.4027
24	0.0939	0.2013	0.2956
25	0.0805	0.1879	0.2819

Nota: La probeta marcada de color azul fue eliminada ya que mostro un comportamiento diferente

Grafica de probetas elaboradas en TMA de la 1 a la 14



Grafica de probetas elaboradas en TMA de la 15 a la 25

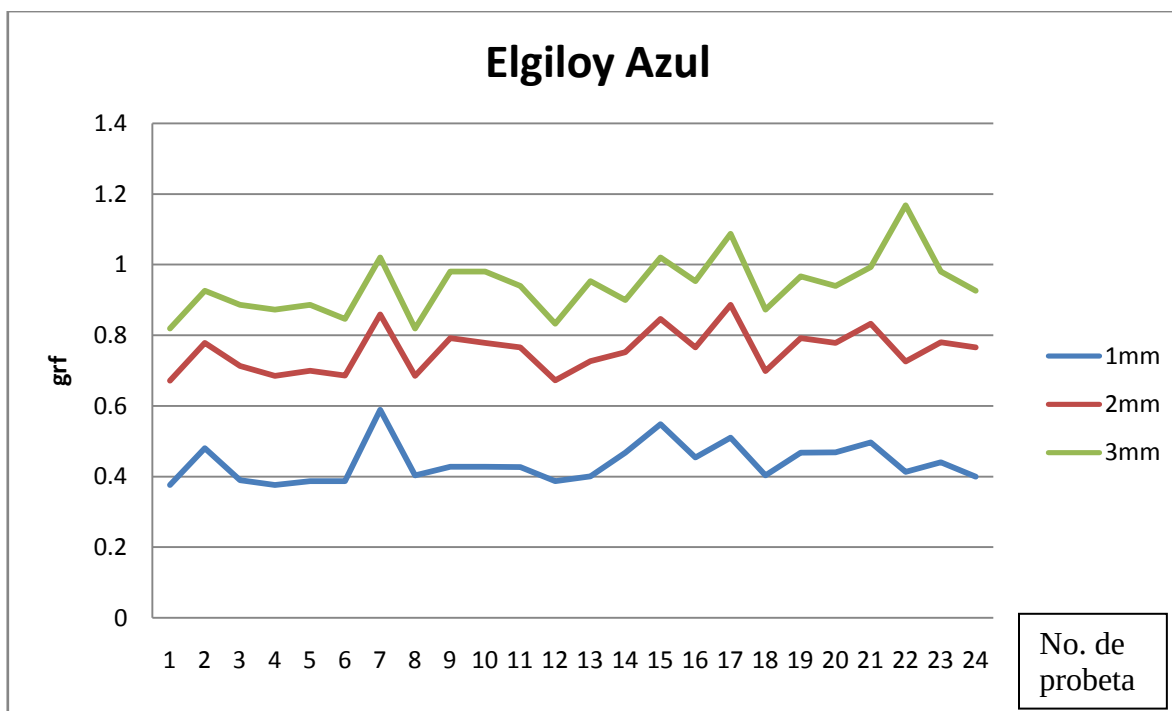


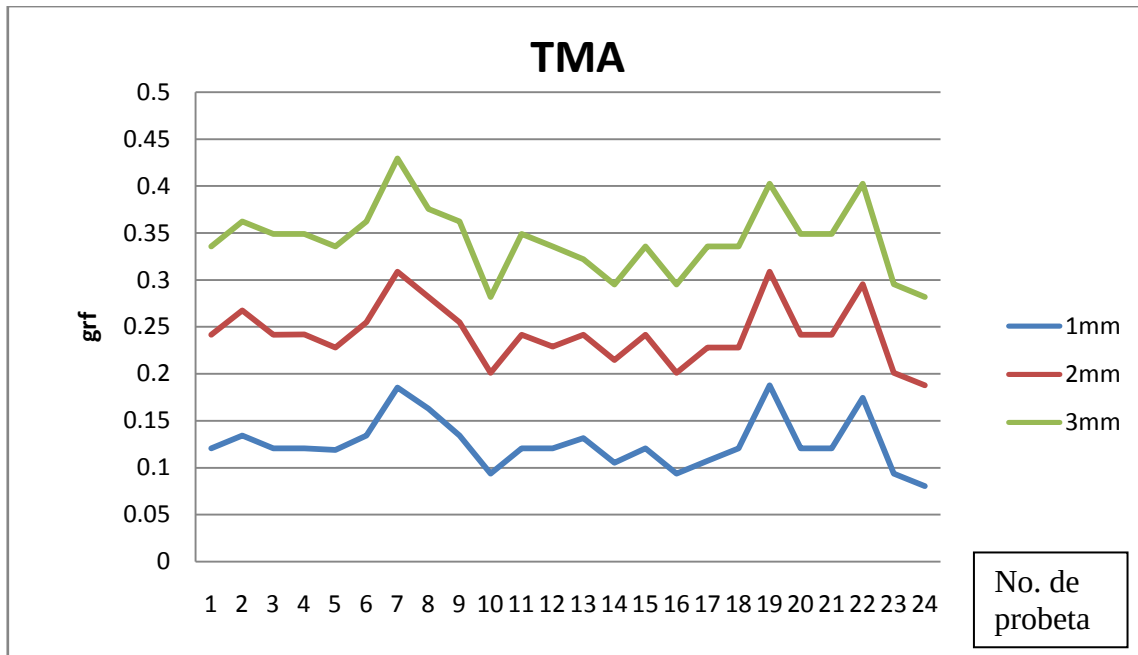
*Datos tomados de la tabla 2

El nivel de fuerza óptimo es el liberado por el bucle en T elaborado con TMA activando 2 mm; que da los siguientes resultados:

Activación en mm	Fuerza promedio y desviación estándar
1mm	0.13 $\pm$ 0.03 grf
2mm	0.24 $\pm$ 0.03 grf
3mm	0.34 $\pm$ 0.04 grf

Gráfica fuerza por probeta por milímetro de activación

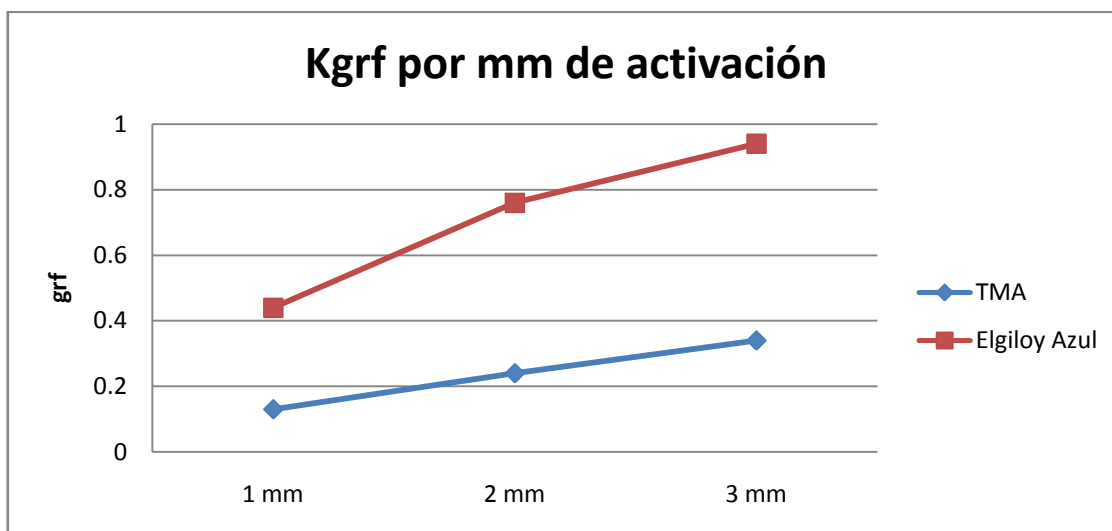




*Valores tomados de las tablas 1 y 2.

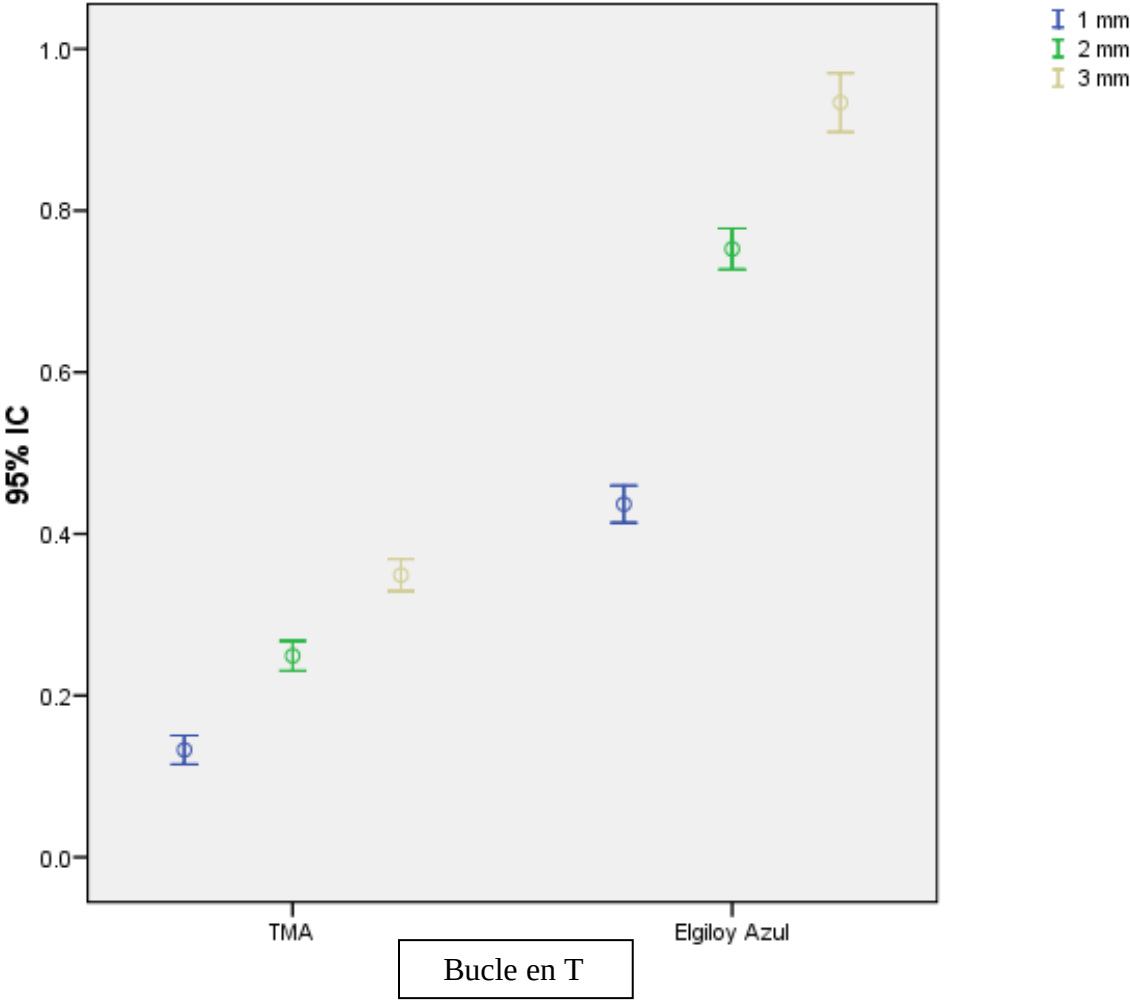
Tabla 3: Fuerza ejercida por los bucles en T

mm de activación	TMA	Elgiloy azul
1 mm	0.13	0.44
2 mm	0.24	0.76
3 mm	0.34	0.94



*Valores tomados de la tabla 3

Grafica comparativa de la fuerza obtenida por milimetro de activación de los bulces en T



Discusión

Los bucles en T elaborados con TMA pueden ser activados hasta 2mm (240 grf) para obtener el nivel de fuerza optimo según Burstone para la retracción del segmento anterior sin perder anclaje(10).

De cuerdo con Trevisi H. y cols. pueden activarse los bucles en T de TMA 1mm (130 grf) ya que la fuerza aportada no excede de 100grf a 150 grf (11).

Los bucles en T elaborados con TMA aun siendo activados 3mm no sufren ninguna deformación permanente.

El nivel de fuerza que proporciona el bucle elaborado en Elgiloy azul es muy elevado varia de 0.13 a 0.35 grf en comparación con los elaborados con TMA que aportan un nivel de fuerza que varia de 0.44 a 0.93 grf por lo que es importante saber que la máxima activación es medio milímetro, para disminuir la posibilidad de perdida de anclaje o hialinización.

Conclusiones

- 1.- El material mas adecuado de acuerdo a el nivel de fuerza que aporta por milímetro de activación es el TMA el cual puede activarse máximo 2mm.
- 2.- El TMA mostro un menor índice de deformación aun al activarse a 3mm; mientras que Elgiloy sufrió deformación permanente desde los 2mm de activación.
- 3.- El Elgiloy mostró ser un material más estable aunque los niveles de fuerza liberados fueron más elevados por lo cual se recomienda ser utilizado para la elaboración de otro tipo de bucle que requiera más longitud de alambre.

Bibliografía

1. GJESSING P.: Biomechanical design and clinical evaluation of new canine-retraction spring - Gjessing . *AmJOrthodDentofacOrthop* 1985: 87:353-362
2. DINCER M., GÜLS A., TÜRK T. The retraction of upper incisors with the PG retraction system . *European Journal of Orthodontics* 2000: 22 33–41
3. SONIS A. L. : Comparision of Niti Coil Spring vs. Elastics in canine retraction; *AmJOrthodDentofacOrthop* 1994 28 (5) :293-295
4. KAPILA S. and SACHDEVA R.: Mechanical properties and clinical applications of orthodontics wires. *AmJOrthodDentofacOrthop* 1989; 96:100-9.
5. FAULKNER, LIPSETT, EL-RAYES, and HABERSTOCK: Use of vertical loops in retraction systems. *AmJOrthodDentofacOrtho* 1991:99(4): (328-336)
6. MORTON J. Y., CHARLES J.: Space closure in adult patients using the segmented arch technique Clemens Manhartsberger, Angle Orthod: 1989 No. 3, 205 - 210
7. GLESSING P.: Controlled retraction of maxillary incisors. *AmJOrthodDentofacOrthop* 1992: 101: 120-131.
8. EDEN.J.D., WATERS N.D.: Characteristics of PG canine retraction spring : *AmJOrthodDentofacOrthop* 1994: 105(1): 49-60
9. TURK T., ELEKDAG-TURK S., DINCER M. Clinical Evaluation of the centre of resistance of the upper incisors during retraction. *European Journal of orthodontics* 2006:27: 196-201.
10. BURSTONE C. The segmented arch approach to space closure: AM J Orthod Dentofac Orthop: 1982:82; 361-378.
11. BENNETT J.C., MCLAUGHLIN R.P., NIGHTINGALE C., TREVISI H.J.; Mecánica de deslizamiento en los casos de extracción de premolares - técnica, niveles de fuerza y resultados. *Rev Esp Ortod* 1999; 29: 234-239
12. KUHMBERG, A. J., BURSTONE C.J. T-loop position and anchorage control. *AmJOrthodDentofacOrthop* 1997:112:12-18.

13. CHEN J. MARKHAM D.L. KATONA T.R. Effects of T-Loop Geometry on Its Forces and Moments. *Angle Orthod*, 2000;70:48–51
14. MARCOTTE M. R. Biomechanics in orthodontics, 1990 B.C. Decker, Inc. Philadelphia, Toronto.
15. RAJCICH M., RADOWSKI M. Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases: *AmJOrthodDentofacOrthop* 1997;112:441-448.