



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO.



FACULTAD DE ODONTOLOGIA.

CENTRO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN.

TESIS:

CORROSIÓN EN ALAMBRES SS 0.036" SOMETIDOS A
INMERSIÓN EN DIFERENTES ANTISÉPTICOS.

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN ORTODONCIA.

PRESENTA:

C.D. VÍCTOR MANUEL ORTÍZ CASIANO.

ASESOR:

C.D.E.O. MARIA DEL ROSARIO ORTIZ ZAVALA.

ASESOR METODOLOGICO:

M.C. HÉCTOR RUIZ REYES.

MORELIA, MICHOACÁN,

MÉXICO.

2012.

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres Fernando y Rocío, por darme la vida, amor, apoyo, confianza y comprensión en todo momento de mi vida y de mis estudios.

A mis hermanos Diana y Fernando por su amor y compañía en esta vida.

A mis abuelos Isidro, Maria Helena, Sara, por su afecto, consejos y por brindarme padres tan amorosos.

A Lima por ser esa tierna dulcinea en esta vida mía.

A todos mis amigos por acompañarme en los momentos buenos y malos, por sus consejos y su enfoque de la vida que han hecho de cada momento algo muy especial.

A mi asesora la CDEO. Maria del rosario Ortiz Zavala por el apoyo, voluntad y disposición en todo momento para la realización de este trabajo.

Al MC. Héctor Ruiz Reyes por su apoyo y guía para la elaboración de este trabajo así como por los buenos consejos para ser cada día un mejor ser humano.

Por el apoyo, cooperación y colaboración en todo momento a la CDEO. Elizabeth Zepeda Maldonado coordinadora del posgrado de la facultad de odontología de la U.M.S.N.H.

Por el apoyo, cooperación y colaboración en todo momento de la CD. Olivia Nalleli Rangel Camargo representante de Oral B para la realización del presente trabajo.

Por el apoyo, cooperación y colaboración en todo momento al Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la U.M.S.N.H, sobre todo al DC. Carlos León Patiño director de dicho Instituto antes mencionado. Así como al Ingeniero Francisco Solorio González encargado del Microscopio Electrónico de Barrido.

ÍNDICE.

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. ANTECEDENTES GENERALES.	4
2.1 APARATOLOGÍA ORTODONCICA Y ORTOPEDICA.	8
2.1.1. USOS Y APLICACIONES.	12
2.1.2. ALEACIONES EN ORTODONCIA.	13
2.1.3 ALAMBRES PARA LA ELABORACION DE APARATOS ORTODONCICOS TIPO BIMLER.	14
2.2 IMPORTANCIA DEL USO DE ANTISEPTICOS BUCO DENTALES EN ORTODONCIA.	14
2.3. CORROSIÓN EN ALAMBRES SS PARA USO ORTODONTICO.	15
2.4. APLICACIONES DE LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO EN ORTODONCIA.	26
2.4.1. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.	26
2.5. ANTECEDENTES ESPECIFICOS.	30
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	32
3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	33
4. JUSTIFICACIÓN.	34

5. HIPÓTESIS.	35
6. OBJETIVOS.	35
6.1. OBJETIVO GENERAL	35
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	36
7. MATERIAL Y MÉTODOS.	36
7.1. CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO.	36
7.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.	36
7.3. CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN.	36
7.4. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.	37
7.5. METODOLOGÍA.	38
7.6. ENSAYO EXPERIMENTAL No. 1.	40
7.7. ENSAYO EXPERIMENTAL No. 2.	41
8. RESULTADOS.	44
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	63
10. DISCUSIÓN.	74
11. CONCLUSIÓN.	78
12. BIBLIOGRAFÍA.	79

RESUMEN

Antecedentes: Los pacientes que se encuentran bajo tratamiento con aparatología ortopédica pueden desarrollar un crecimiento bacteriano sobre la superficie del alambre SS 0.036", por lo que se recomienda el uso de soluciones antisépticas bucodentales para la sanitización de dicha aparatología, sin embargo, en varias ocasiones estos alambres pueden sufrir un daño corrosivo de la aleación e inducir microfracturas y hasta fracturas del propio aparato.

Objetivo: Comparar la presencia de corrosión en alambres .036" marca Dentaureum por efecto de inmersión en diferentes antisépticos bucales, analizados mediante microscopia electrónica de barrido.

Material y Métodos: Se obtuvieron 18 tramos de 10cm. c/u (alambre SS 0.036" marca Dentaureum), posteriormente se realizaron dobleces en "U", en ángulo recto y una porción recta, se sometieron a inmersión en grupos de tres alambres en tubos de ensayo que contenían 4 mL de diferentes antisépticos bucodentales, durante 30 minutos al día, después del periodo de tiempo de inmersión se enjuagaron los alambres en agua destilada, se depositaron en otra serie de tubos que contenían 4 mL c/u de saliva artificial, los cuales eran depositados en un baño maria a 37°C durante un periodo de 20 horas al día. Estos pasos se realizaron diariamente durante el periodo de tiempo de 30 días.

Al término de los 30 días los alambres se extrajeron de las soluciones químicas y fueron enjuagados con agua destilada. Se dejaron secar a temperatura ambiente y se prepararon para ser observados mediante microscopia electrónica de barrido.

Se tomaron macrofotografías a 100 y 1000x de cada zona de los alambres (zona A: porción recta, zona B: ángulo de 90°, zona C: porción mas curva de dobles en "U"). Se realizó un microanálisis de la zona A de un alambre de cada grupo.

Con la obtención de imágenes mediante MEB se realizó un análisis comparativo entre las imágenes de la superficie de los alambres del grupo blanco respecto de

las imágenes de los alambres después de realizadas las pruebas de inmersión en las diferentes sustancias químicas. La escala que se utilizó para valorar la corrosión fue + (25%), ++ (50), +++ (75%) y ++++ (100%). Se realizaron cálculos para obtener la media y desviación estándar de los resultados del análisis de imágenes a 100 y a 1000x.

Se realizó una comparación de los porcentajes en peso de los elementos químicos del alambre de los diferentes microanálisis obtenidos.

Resultados: Los principales resultados del análisis de imágenes a magnitud de 100x tomadas por MEB, indicaron que el antiséptico buco dental Colgate es el que reportó los niveles más bajos de acumulaciones de materiales o suciedad, seguido de Listerine y Oral B. El antiséptico Astringosol presentó los niveles más altos de cúmulos de materiales y suciedad, seguido de Equate. Por otra parte, el análisis de imágenes a magnitud de 1000x indicaron que en la zona A el antiséptico que causa menos corrosión sobre la superficie del alambre es Colgate (10 ± 17.32), mientras que en la zona B es Listerine (21.66 ± 37.52) y en la zona C es Oral B (21.66 ± 25.65). En cuanto al microanálisis espectral de elementos, el antiséptico Oral B fue el que conserva mejor las propiedades del alambre SS 0.036" marca Dentaureum, debido a que el Cromo y el Molibdeno son los elementos que dan la característica de inoxidable al acero, permaneciendo estos en forma más estable en la aleación del alambre.

Conclusión: Se propone a la solución antiséptica Oral B como la mejor opción para la sanitización de la aparatología ortopédica, según los resultados obtenidos durante el presente estudio de investigación.

1. INTRODUCCIÓN.

El control de placa dentobacteriana (PDB) es uno de los principales objetivos para la prevención de las enfermedades periodontales.

Cada vez es mas sugerido el denominado control químico de la PDB de manera complementaria a un control mecánico. En pacientes con uso de aparatología ortodóncica el control mecánico de la PDB es en ocasiones ineficaz o difícil de ejecutar por el paciente, por lo que se recomienda el uso de antisépticos bucodentales, en el caso de pacientes con uso de aparatología ortopédica se indica sumergir el aparato en alguna solución antiséptica durante un periodo de tiempo al día para su sanitización. Esto disminuye significativamente el número de microorganismos en los aparatos y al mismo tiempo aporta un aroma agradable al aparato, para comodidad del paciente durante su uso. Existen sin embargo numerosas formulaciones de antisépticos bucodentales con distintos principios activos, la necesidad de conocer los efectos de los diferentes antisépticos bucodentales sobre la aparatología ortodóncica es indispensable para el especialista en ortodoncia como para el odontólogo de práctica general.

El presente trabajo se enfoca en el análisis del efecto corrosivo de los antisépticos bucales mas usados por los ortodoncistas sobre el metal, aquí se analizará el acero inoxidable marca Dentaurem en contacto con diferentes antisépticos bucodentales, tal efecto es un auxiliar para la fractura en los segmentos de alambre de los aparatos ortopédicos maxilares, ya que las recomendaciones de uso de cada antiséptico bucal son variadas y su efectividad depende de las concentraciones de diferentes sustancias químicas que si bien, son benéficas para mantener una salud oral estable se desconoce el nivel de corrosión que puede inducir sobre la diferente aparatología ortodóncica, siendo por ello necesario el estudio de este factor para establecer normas de uso, así como conocer que antiséptico bucal es el mejor auxiliar para la sanitización de los aparatos ortopédicos maxilares, de tal manera que la elección de tales antisépticos bucales

deje de ser una cuestión de mercado y publicidad, y sea realizada concienzuda y científicamente por el experto en el área, en este caso el ortodoncista.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

Friedrich Sernetz publica un artículo en la revista Quintessence en 2005. Y se cuestiona: ¿Por qué a veces se rompen los alambres de los aparatos de ortopedia maxilar?

Un alambre solo se rompe cuando se excede su resistencia a la rotura. Si es muy pronunciado el arco se sobre pasa el límite de elasticidad de la fibra externa del metal y se genera una grieta en el metal.

Hay que entender la rotura de un alambre como el final de un fenómeno de agrietamiento.¹

Por otra parte en el estudio llamado Evaluación del Efecto de Períodos De inmersión en Saliva Artificial sobre la rugosidad de Superficial de Tres Tipos de Cables de Arco ortodontico. Del Departamento de Pedod, orthod, y Colegio de Odontología de Prev de Odontología, Universidad de Mosul del dr. Zaid S Tawfek y Khudair A Al-Jumaili, se estudiaron a los materiales intraoralmente colocados (por ejemplo. arcos, frenos) exponen un modelo de reacción continua con los presentes factores exógenos en la cavidad bucal abierta. se observó que el entorno oral es en particular el ideal para la biodegradación de metales debido a sus propiedades termales, microbiológicas y enzimáticas. Estas condiciones ambientales de la cavidad bucal podrían cambiar las características morfológicas, estructurales y composicionales, la entrega de fuerza de cables de arco, la súper elasticidad y la fractura de aleaciones de ortodoncia. Se concluyo que según el

método de producción, todas las superficies tienen sus propias características que en conjunto son mencionadas como la textura superficial.

Esto nos da una pauta para cuestionarnos que materiales son los mejores o más ideales para la fabricación de aparatología funcional en ortodoncia y a considerar las condiciones en que será usado.²

Por un esfuerzo en conocer a detalle que sucede en los metales en ortodoncia expuestos a medios hostiles el Dr. Claude G. Matasa, Dr. Chem. En su estudio Metalografía y Usted. II. Análisis Superficial, demostró que la superficie de sus accesorios influye en su sensibilidad de corrosión, aspecto, fricción así como la salud de su paciente. Analizó la sensibilidad de corrosión. Examinó la sensibilización de acero inoxidable y su consecuencia, la corrosión ínter granular, como estos dañan la estructura interna del accesorio. Y que ocurren ataques químicos a la superficie del metal, sin embargo, en la superficie lisa, así como la libertad de imperfecciones superficiales, rastros de escala y otro material extranjeros enormemente reduce la probabilidad de corrosión. De igual manera en las superficies rugosas cogen impurezas que generan un microentorno que inicia localizados ataques corrosivos. En la boca, los instrumentos usados aún para un tiempo limitado son, según manuales de la ingeniería, sujetos "a un uso verdadero corrosivo": el dicho se aplica aún más a los accesorios ortodónticos que son usados durante años. Por ello surge nuestra inquietud en las características físicas y químicas del metal ortodóntico y su resistencia así como las sustancias con las que interactúa el metal en boca.³

Conociendo que existe una afectación de la estructura de los alambres de ortodoncia en boca estudiamos la revisión del Dr. T.P. Chaturvedi en "Una Revisión Sobre La Corrosión De Los Metales En Ortodoncia en el 2008." menciona que: La cavidad bucal es el medio ideal para estudiar los procesos biológicos que se relacionan con el comportamiento de los metales frente a los dientes. Los metales

y los materiales dentales interactúan continuamente con los fluidos que se producen en la boca, y como consecuencia los tejidos blandos se pueden ver afectadas por lesiones y la presencia de aproximadamente 30 especies de bacterias (el conteo total de las bacterias en la saliva se ha dicho que es de aproximadamente cinco mil millones por mL de saliva). Claro, que la parte mas importante concerniente a los tejidos orales es mantenerlos sanos, la saliva es una solución hipotónica que contiene en su estructura bioactonato, cloro, potasio, sodio, nitrógeno, y proteínas; asimismo, el PH de la saliva varia desde 5.2 a 7.8. Lo dientes funcionan en uno de los ambientes mas inhóspitos del cuerpo humano, puesto que se someten a temperaturas muy variantes que van desde (0°C) hasta (60°C). La corrosión, que implica la degradación de los materiales por ataques electroquímicos es un comportamiento muy particular cuando la aparatología ortodóncica es colocada en este ambiente electrolítico tan hostil como es la boca. Factores como la temperatura, la calidad y cantidad de saliva, la placa dentó bacteriana, el PH, proteína, propiedades químicas de los sólidos y líquidos de las comidas pueden influir en el desarrollo del proceso de la corrosión. Los alambres ortodóncicos son formados dentro de varias configuraciones y aleaciones sometidos a múltiples procedimientos y el objetivo de estos es la aplicación de las fuerzas para la movilización dental. Para la corrección de las maloclusiones se emplean varios tipos de alambres y de brackets, estos con diversos tipos de aleaciones de metales (acero inoxidable, níquel, níquel titanio, β -titanio, etc.).

La corrosión es sinónimo de fatiga en la vida útil de los metales con el consecuente fracaso de los mismos, Algunas aleaciones y metales son resistentes a la corrosión debido a su calidad en sus propiedades, así como la manera de construcción de los mismos. En la actualidad son utilizados alambres nobles en la industria odontológica para que la degradación química sea lo mas estable posible y disminuir en lo posible el efecto de la corrosión en el ambiente oral.

La fractura de los aparatos ortodóncicos es un fenómeno el cual no es muy común, sin embargo afecta en gran medida los resultados clínicos. La aleación del acero inoxidable se torna susceptible a la corrosión intergranular haciéndolo muy débil, así mismo ocurre con la tensión de la soldadura de plata frente al acero inoxidable los cuales se ven afectados por el proceso de corrosión. En estudios clínicos realizados tomando como parámetro la degradación del ambiente intraoral y estudiando la resistencia de la corrosión del Nitinol, se ha demostrado que el NiTi posee una muy buena resistencia de corrosión. Según con Zinelis y colaboradores; Las aleaciones de soldaduras con el acero inoxidable desprenden iones metálicos como son: Cu^{++} y Zn^{++} , estos elementos se desprenden a partir el hierro, lo cual indica que los aparatos ortodóncicos pueden fallar en un periodo corto de tiempo por lo que debemos de buscar la mejor calidad de metales y así lograr una mejor longevidad de nuestros aparatos, mismos que deben de ser biocompatibles con el ambiente oral, Anisa Vahed y colaboradores. Reportaron en uno de sus estudios, que la saliva reduce la tensión superficial de la unión de la soldadura de plata con el acero inoxidable. La reducción en las propiedades de tensión se da por un debilitamiento inducido por la corrosión localizada de la interfase entre la soldadura y el metal. Dada la importancia de la corrosión sobre los alambres ortodóncicos es que a continuación revisaremos las características de la corrosión sobre el acero inoxidable y las características de estos alambres.⁴

2.1 APARATOLOGÍA ORTODONCICA Y ORTOPEDICA.

Aparatología funcional tipo Bimler

En 1949 se publicaron en Alemania los primeros resultados del tratamiento ortodóncico de casos clase II, división 1 con un aparato convencional, que consistía en elementos de alambre ya conocidos por su uso en la técnica labiolingual con bandas molares. El aparato en cuestión estaba formado por un arco vestibular de alambre en el arco dentario superior y un arco lingual de alambre en el arco inferior. La única diferencia era que estos alambres ya no estaban fijados a los dientes, sino entre sí, por medio de pequeñas aletas deacrílico en los sectores posterosuperiores. Los alambres se adaptaban a la dentición en oclusión con los molares en relación de clase I, forzando así a un reposicionamiento transitorio de la mandíbula. Con los arcos dentarios separados el aparato flotaba libremente en la boca, había nacido entonces, la filosofía de BIMLER.

En este sentido, **Guardo (1987)** señala que este tipo de aparatos permite el movimiento de lateralidad de la mandíbula. Por un concepto de construcción alámbrica, verdadera genialidad de su autor, dando movimientos y función lingual, haciendo que pueda ser usado mayor cantidad de horas al día y siendo un aparato pasivo, la actividad bucal natural y estimulada por él, lo transforman en dinámico, motivo por el cual también se lo llama dinámico funcional.

En este mismo orden de ideas, Häül, citado por **Graber, Rakosi, y Petrovic (1998)**, explica el mecanismo de acción de los aparatos funcionales por mediación de los músculos orofaciales. Él sostiene que la función es inherente en todas las células, tejidos y órganos, e influye sobre estos medios como un estímulo funcional, por lo tanto, el objetivo de la ortopedia funcional, es utilizar este estímulo

funcional y canalizarlo en la medida que lo permitan los tejidos, los maxilares, los cóndilos y los dientes. Esta canalización es de tipo pasivo, en el sentido de que no se requieren elementos mecánicos generadores de fuerzas. Las fuerzas que se producen son puramente funcionales e intermitentes en la mayoría de los casos.

Ya para 1950, Bimler propuso una clasificación de las mal oclusiones en tres tipos, según la relación incisiva; tipo A para incisivos protrusivos tipo B para incisivos retruidos y tipo C para incisivos invertidos.

Para cada uno de estos grupos se creó un tipo especial de aparato.

En tal sentido, el aparato A, preconizado para las clases I, atresias, protrusiones superiores, y para las clases II, 1ª div.; tiene una parte superior y otra inferior, unidos por dos alambres dorsales. La parte superior consta de: un arco vestibular de alambre 0.9mm. Adosado a la cara vestibular de los incisivos hasta los segundos premolares, donde describe una curva vertical, volviéndose sobre sí mismo hasta la altura de distal de canino, donde se dobla perpendicularmente para atravesar las arcadas, yendo a la parte alveolar palatina, y terminar en el alerón deacrílico correspondiente. El resorte de coffin, de alambre de 0,9mm. Une ambas aletas por la parte palatina, con una forma de U en su parte libre y útil; sus extremos terminan dentro de cada aleta deacrílico en forma paralela a las arcadas. Resortes frontales de 0,7mm, son dos: uno derecho y otro izquierdo, tomando la parte lingual de los dos incisivos.

Por otro lado, La parte inferior consta: Alambres dorsales de alambre 0,9mm, que van desde la cara lingual de los molares hasta los caninos, donde vuelven sobre sí mismo en un plano vertical; después de realizar una gran curva en el plano horizontal, cruzando la arcada dentaria entre premolar y premolar, sale a la región vestibular para terminar en la región incisiva en una cajita plástica llamada escudo. Estos alambres dorsales inferiores, por su parte más distal realizan una amplia curva hacia arriba, para terminar en los alerones deacrílico correspondiente. El resorte lingual inferior, confeccionado en alambre 0.6mm tiene una forma de lazo

doble, una parte para cada grupo incisivo, pero unidos y luego abrazando por distal de los laterales pasa a vestibular, para terminar en la cajita de acrílico anterior llamada escudo. El escudo de acrílico se apoya contra la cara labial de los incisivos; siguiendo su curvatura natural por su cara posterior, tiene aproximadamente unos 5mm de ancho.

Cabe considerar, por otra parte, el Aparato B o tipo Deckbiss, sirve para la corrección de las clases II 2ª división. Que se caracteriza por la pronunciada sobre mordida de los dos centrales superiores o de los cuatro incisivos y como todos los demás modeladores se componen de dos partes: superior e inferior. La parte superior se compone de un resorte frontal de alambre 0.9mm. que en vez de ser labial es lingual, que forma un lazo en la cara lingual de los dos centrales o de los cuatro incisivos, según sea el caso y luego sale entre canino y premolar a vestibular, donde forma una curva ancha, para volver a cruzar la arcada entre los dos premolares y terminar en el acrílico palatino. Esas curvas linguo-vestibulolinguales, realizadas en el plano horizontal, servirán de apoyo y deslizamiento de los alambres dorsales inferiores. Además hay dos espolones de alambre 0.7mm que saliendo de las aletas de acrílico pasan a vestibular por distal de los dos incisivos laterales, para dar apoyo sobre sus caras vestibulares, teniendo por función neutralizar la acción del resorte palatino sobre los centrales.

Con respecto a la placa palatina, es conveniente (ya Bimler lo presenta en todos sus trabajos) el reemplazo del Coffin por el tornillo cuando se requiera expansión, pues la activación del resorte lingual es mucho más exacta y sin peligro de deformaciones. Cuando la anomalía no necesite expansión, y se presente con los cuatro incisivos en linguoversión y los caninos fuera de la arcada, los apoyos vestibulares se harán en los caninos y como generalmente en el maxilar no se debe hacer nada de expansión, la placa será lisa. Con respecto a la parte inferior es igual al Standard o tipo A.

Finalmente, el aparato C o Bimler progenie; ha sido ideado para la corrección de las clases III de Angle y para las aparentes clases III, como son las linguoversiones de los incisivos superiores o la protrusión de los incisivos inferiores. Consta, en la parte superior, de un arco vestibular (de alambre 0,9mm), llamado de Eschler o de progenie que saliendo delacrílico del maxilar superior por distal de caninos, se verticaliza realizando una amplia ansa para descender hasta el maxilar inferior y se apoya sobre la cara vestibular de los incisivos y caninos inferiores. Elacrílico superior puede ser los dos clásicos alerones unidos por el resorte coffin. Lleva los dos resortes frontales de alambre 0,7mm, muy bien adosado a lingual de los incisivos, por cuanto ayuda al cruce de la mordida. Como en estas anomalías hay que levantar bien la oclusión, se colocaran dos apoyos en forma de U sobre las caras triturantes de los primeros molares.

En lo que respecta, a la parte inferior: los alambres dorsales (de alambre 0,9mm) o linguolabiales comienzan como en todos los demás aparatos, pero después que describen la ansa, pasando por vestibular, cambian de dirección, volviéndose sobre sí mismos y hacia arriba en el plano vertical, describiendo otra nueva ansa pero en el plano horizontal, para terminar a la altura de los caninos.

Uniendo los dos hemiarcos dorsales y por lingual, se encuentra el alambre 0.7mm. en forma ondulada, llamado también rejilla lingual, que se unirá a ellos por dos pequeñas porciones deacrílico.⁵

2.1.1 USOS Y APLICACIONES.

En Ortopedia Funcional de los Maxilares se utiliza fuerzas pasivas y discontinuas. La aparatología es bimaxilar y actúa como receptora de los estímulos funcionales generados en la actividad funcional propia del paciente. Estos estímulos funcionales, que lleguen de esta musculatura a la articulación temporomandibular por medio de la acción muscular, serán modificados en su dirección e intensidad y será variada la disposición de los elementos del hueso de soporte. Estos

estímulos, con capacidad formativa y transformativa, formadores de tejido, se originan en la actividad de la lengua, labios y músculos masticatorios y faciales, siendo transmitidos a los dientes, ligamento, hueso alveolar y articulación temporomandibular a través de un aparato pasivo, flojo, colocado entre los dientes, con el resultado que dichos estímulos transmitidos favorecen los cambios en los tejidos afectados.⁵

2.1.2 ALEACIONES EN ORTODONCIA.

CLASIFICACIÓN DE LAS ALEACIONES DENTALES USADAS EN ODONTOLOGÍA.

ESPECIALIDAD	DENOMINACION	COMPOSICION
<i>Aleaciones en Restauradora</i>	<i>Aleaciones con Oro (Con metales nobles*)</i>	Alto contenido de Oro Bajo contenido de Oro
	<i>Aleaciones sin oro (Sin metales nobles)</i>	Amalgama Níquel – Cromo Cobalto – Cromo Hierro – Cromo Titanio
<i>Aleaciones en Ortodoncia</i>	<i>Aceros Aleados</i>	Hierro – Carbono
	<i>Aceros Inoxidables</i>	Ferríticos: Cromo%: 11,5 – 27 Níquel%: 0 Carbono%: Max: 0,2 Hierro%: 88,3 – 78,3 Martensíticos: Cromo%: 11,5 – 17 Níquel%: 0 – 2,5. Carbono%: Max: 0,25 Hierro%: 88,3 – 80,2 Austeníticos: Cromo%: 16 – 26 Níquel%: 7 – 22 Carbono%: 0,08 – 1,20 Hierro%: 76,95 – 50,8 18-8: 18 % Cromo 8% Níquel (mas usado)
	<i>Acero</i> <i>Titanio</i>	Níquel – Titanio Beta –Titanio
<i>Aleaciones en Cirugía Bucal</i>	<i>Titanio</i>	Titanio-6Aluminio-4Vanadio CP Níquel-Titanio
	<i>Aceros Inoxidables</i>	Aceros 316

2.1.3. ALAMBRES SS PARA LA ELABORACIÓN DE APARATOS ORTODÓNTICOS TIPO BIMLER.

En la elaboración de aparatos ortodónticos tipo Bimler se utiliza alambre de diferentes calibres, siendo el mas utilizado y el que se ocupa en mayor proporción por los requerimientos del aparato y las fuerzas a las que estará sometido, el alambre de acero inoxidable calibre 0.036”

2.2 IMPORTANCIA DEL USO DE ANTISÉPTICOS BUCODENTALES EN ORTODONCIA.

El control de placa bacteriana mediante antisépticos buco dentales es el método principal en la prevención de las enfermedades periodontales. Cada vez está más extendido el denominado control químico de la placa de manera complementaria a un control mecánico ineficaz. En pacientes con uso de aparatología ortodóncica el control mecánico es en ocasiones muy ineficaz o difícil de ejecutar por el paciente por lo que se recomienda el uso de antisépticos bucodentales, en el caso de pacientes con uso de aparatología ortopédica se les indica sumergir el aparato en alguna solución antiséptica durante un periodo de tiempo todos los días. Esto disminuye significativamente el número de microorganismos en los aparatos y al mismo tiempo les aporta un aroma agradable para comodidad del paciente durante el uso de la a paratología. Existen sin embargo numerosas formulaciones de antisépticos bucodentales con distintos principios activos, por lo que la necesidad de conocer los efectos de los diferentes antisépticos bucodentales sobre la aparatología ortodóncica es indispensable para el especialista en ortodoncia como para el odontólogo de práctica general.

Clasificación de los antisépticos bucodentales por su estructura química:

- Antibióticos: penicilina, vancomicina, kanamicina, espiramicina. Etc.
- Enzimas: proteasa, lipasa, nucleasa, dextranasa, mutanasa, glucosa oxidasa, amiloglucosidasa.
- Antisépticos bisguanídicos: clorhexidina, alexidina, octenidina.
- Compuestos de amonio cuaternario: cloruro de cetilpiridinio, cloruro de benzalconio.
- Fenoles y aceites esenciales: timol, hexilresorcinol, eucaliptol, triclosan.
- Productos naturales: sanguinaria.
- Fluoruros: sódico, monofluorofosfato sódico, fluoruro estañoso, fluoruro de amonio.
- Sales metálicas: estaño, zinc, cobre.
- Agentes oxidantes: peróxido de hidrógeno, peroxiborato sódico, peroxicarbonato sódico.
- Detergentes: lauril sulfato sódico.
- Alcoholes aminados: octapinol, delmopinol.¹⁴

2.3 CORROSIÓN EN ALAMBRES SS PARA USO ORTODÓNTICO.

Corrosión del Acero inoxidable

Los arcos de acero inoxidable empleados en ortodoncia generalmente son realizados de auténtico acero inoxidable conteniendo aproximadamente 18% de cromo y 8% de níquel, esto hace que sea una muy buena combinación de dureza, resistencia a la corrosión y un costo moderado. Esta propiedad de Resistencia a la corrosión se debe al cromo, el cual funciona como una alta base del metal.

La Resistencia a la corrosión también depende de la película pasiva, que se forma espontáneamente (pasivación) y re formación (repasivación) en el aire y debajo de la mayoría de las condiciones de los fluidos. El oxígeno es muy necesario para la formación y manutención de la película, independientemente de la acidez y de los iones de cloro que pueden ser esenciales. La presencia de puntos de soldaduras aumenta la susceptibilidad a la corrosión ya que estas emiten Corrientes electrogalvánicas por la presencia de la saliva y la liberación de otros iones metálicos. El acero inoxidable austenítico puede perder su Resistencia a la corrosión si este es expuesto al calor aproximadamente a una temperatura entre 400°C a 900°C. Temperaturas empleadas en ortodoncia al soldar los alambres; la disminución de la Resistencia en la corrosión se debe a la precipitación del cromo-hierro al someterse a estas altas temperaturas. Debajo de estas temperaturas la precipitación no ocurre y los cambios en la corrosión son menos. La corrosión del acero inoxidable puede resultar por la formación de las celulas galvánicas que se forman por una o varias de las siguientes vías:

1. La rugosidad de la superficie del acero inoxidable del alambre que puede causar ataques de corrosión localizada.
2. Algún corte o abrasión del acero inoxidable provocado por fresas de carburo, pinzas o fresas de diamantes que actúan como células galvanizas.
3. Aplicación de calor o puntos de soldaduras en la aparatología ortodóncica, que también forman coples galvánicos *in vivo*⁷.

Definición de corrosión

El termino de corrosión es definido como el proceso de interacción entre un metal sólido y su ambiente químico, que da como resultado la perdida de sustancia desde el material, cambios en las características estructurales, o perdida de su integridad. Cualquier tipo de corrosión electroquímica es posible en el medio ambiente bucal porque la saliva es un electrolito débil y la propiedad electrolítica

de la salina depende de la concentración de sus componentes, del pH, de la tensión superficial y de su capacidad de buffer. Cada uno de estos factores puede influir en la dureza de cualquier electrolito y así mismo la magnitud de la corrosión puede ser controlada por estas variables⁷.

Borja Martínez Vázquez hace una revisión sobre corrosión en el 2010 y la define como: La destrucción o deterioro de un material causado por su reacción química con el ambiente.

Por tanto la corrosión de metales se define como el ataque destructivo químico no intencional de un metal; se produce por mecanismo electroquímico y por lo común se inicia sobre la superficie. Pueden también incluirse bajo corrosión el deterioro de cerámicos, plásticos y materiales compuestos. Por ejemplo el deterioro de pinturas y gomas debido a la luz solar o a productos químicos.

La corrosión puede ser rápida o lenta. Un acero inoxidable es atacado en horas por algunos ácidos (corrosión rápida). Mientras que los rieles del ferrocarril tienen corrosión muy lenta (nos referimos a años).

Muchos ambientes son corrosivos, y por causas diferentes: aire y humedad, agua salada, atmósfera urbana, industrial y aún rural, vapor de agua y otros gases, como amoníaco, dióxido de sulfuro, vapores de combustibles, suelos, solventes, petróleo y sus derivados, productos alimenticios, etc. En general, de estos ambientes podemos decir que las sustancias inorgánicas son más corrosivas que las orgánicas.

Desde el punto de vista de la mecánica de materiales, la corrosión tiene algunos efectos directos como reducción del espesor efectivo del material, microfisuración y cambios en fisuración, cambios en la resistencia a fatiga, concentración de esfuerzos.

Las formas de corrosión más comunes son: corrosión uniforme, galvánica o bimetalica, corrosión localizada, corrosión por picaduras, corrosión transgranular, corrosión por aireación diferencial, corrosión selectiva, por erosión, corrosión-erosión, corrosión bajo tensión, corrosión con fatiga...(nos centraremos en este último).

CORROSIÓN CON FATIGA

El fenómeno de fatiga es aquel que tiene lugar cuando tenemos ciclos de tensión en el tiempo. Generando variaciones entre sollicitaciones a tracción y compresión para la misma pieza.

Cuando la fatiga es con corrosión, se produce la reducción de la resistencia a fatiga debido a la presencia de un medio corrosivo, siendo así el número de ciclos de vida menor, por culpa de este medio presente.

Tendrá mucha influencia la frecuencia de ciclos de tensiones, teniendo mas importancia esta influencia cuando las frecuencias son bajas, pues se consigue más tiempo para que actúe la corrosión, debido al mayor tiempo de contacto con el agente corrosivo.

Se cree que la resistencia a fatiga se reduce por el agente corrosivo ya que los pequeños agujeros originados en la corrosión producen concentración de tensiones. La falla es de tipo transgranular (por dentro de granos) y no se muestran ramificaciones, las cuales, son características de fisuras que progresan entre bordes de granos del material. Las etapas finales de fatiga con corrosión son iguales a las de fatiga porque ese proceso es mecánico y no incide el agente corrosivo.

También puede ir acompañado de ataques de picado.

Por otra parte, son muy susceptibles a la fatiga con corrosión las piezas que han estado sometidas a un fuerte trabajo en frío, pero el acero recocido puede también agrietarse cuando se le somete a condiciones difíciles. Es más fácil que el

agrietamiento se produzca en soluciones calientes que en las frías. El tipo 315 y el tipo 317, en la condición de recocido, ofrecen mayor resistencia por ejemplo al ión cloruro que el tipo 302 y el tipo 304. Pero si están bajo tensiones fuertes, pueden fallar lo mismo en un ambiente que conlleve a la corrosión por fatiga.

Por otra parte debemos definir la **corrosión bajo tensión** (CBT) que es un mecanismo de rotura progresivo de los metales que se crea también por la combinación de un medio ambiente corrosivo y de una tensión pero de tracción mantenida.

La tensión de tracción necesaria para la CBT está “estática”, y puede ser residual y/o aplicada. El agrietamiento progresivo debido a tensiones “cíclicas” se llama la “fatiga-corrosión” o como antes hemos definido: corrosión con fatiga. El límite entre la CBT y la fatiga-corrosión no es evidente a cada vez. Sin embargo, como los mecanismos que provocan cada fenómeno son distintos, se separan y se consideran como mecanismos de rotura diferentes⁸.

EL FENÓMENO DE CORROSIÓN.

El término corrosión viene del griego “*Corrodis*” que significa arañado, desmenuzado, vuelto polvo ó deshecho. En términos técnicos simplificados es la pérdida de cualidades o propiedades deseadas en un material, como producto de su deterioro, el cual puede ocurrir mediante una reacción química o electroquímica, por la acción del medio ambiente. Es casi imposible eliminar la corrosión y el secreto efectivo de la protección contra la corrosión radica en su control.

Todos los metales y aleaciones son susceptibles de sufrir el fenómeno de corrosión, por lo cual no existe un material útil para todas las aplicaciones. Afortunadamente, los metales son materiales que pueden comportarse satisfactoriamente en medios específicos para los cuales existen métodos de control de la corrosión.

La corrosión ocurre en muchas y muy variadas formas, pero su clasificación generalmente se basa en uno de los siguientes factores:

a.- Naturaleza de la sustancia corrosiva: puede ser clasificada como húmeda o seca, para la primera se requiere un líquido o humedad existente, mientras que para la segunda las reacciones se desarrollan con gases a altas temperaturas.

b.- Mecanismo de corrosión: comprende las reacciones electroquímicas o bien, las reacciones químicas.

c.- Apariencia del metal: puede ser uniforme, el metal se corroe a la misma velocidad en toda su superficie, o bien, puede ser localizada, en cuyo caso solamente resultan afectadas pequeñas áreas.

A gran escala muchos autores, siguen la clasificación de la corrosión descrita anteriormente, sin embargo, luego de relacionarla con el campo de la salud, hemos propuesto el siguiente esquema de clasificación:

TIPOS DE CORROSIÓN QUE PUEDEN OCURRIR EN EL MEDIO BUCAL.

Observando el cuadro clasificatorio de la figura anterior, vemos que en cavidad bucal existen diferentes tipos de corrosión los cuales describimos como:

a.- Corrosión galvánica: es el ataque uniforme sobre grandes áreas de una superficie, es la forma más común de la corrosión y puede ser húmeda o seca. Se presenta cuando dos metales diferentes entran en contacto a través de una solución conductora. Existe una diferencia en potencial eléctrico entre metales diferentes y sirve como fuerza directriz para el paso de corriente eléctrica a través del medio, de tal manera que, el flujo de corriente es la manifestación del proceso de corrosión que sufre uno de los metales del par formado. Mientras más grande es la diferencia de potencial entre los metales, mayor es la probabilidad de que se

presente la corrosión galvánica debiéndose notar, que este tipo de corrosión sólo causa deterioro en uno de los metales, mientras que el otro metal del par casi no sufre daño. El metal que se corroe recibe el nombre de **metal activo**, mientras que el que no sufre daño se le denomina **metal más noble**. La relación de áreas entre los dos metales es muy importante, ya que un área muy grande de metal noble comparada con el metal activo, acelerará la corrosión y por el contrario, una mayor área del metal activo comparada con el metal noble disminuye el fenómeno de corrosión.

b.- Corrosión por desgaste, abrasión y erosión: Cuando el movimiento del medio corrosivo sobre la superficie metálica incrementa la velocidad de ataque debido a desgaste mecánico, este recibe el nombre de corrosión por erosión. La importancia relativa del desgaste mecánico y la corrosión, es a menudo difícil de establecer y varía grandemente de una situación a otra, el mecanismo de la erosión, generalmente se atribuye a la remoción de películas superficiales protectoras, como por ejemplo, películas de óxido formadas por el aire, o bien, productos adherentes para protección de la corrosión. La corrosión por erosión puede ser evitada por cambios de diseño o por selección de materiales más resistentes. La corrosión por cavitación y desgaste, son formas especiales de la corrosión por erosión. La primera es causada por la formación y colapso de burbujas de vapor en la superficie del metal. Las altas presiones producidas por este colapso pueden disolver el metal, remover las partículas protectoras, etc. La corrosión por desgaste, ocurre cuando las piezas de metal se deslizan una sobre la otra, (Brackets y arcos de ortodoncia) causando daño mecánico a una o ambas piezas. La corrosión por deslizamiento se atenúa utilizando materiales más duros o empleando lubricación.⁶

c.- Corrosión por hendidura o depresión. Las condiciones ambientales en una grieta, pueden con el tiempo volverse muy diferentes de las existentes en una superficie limpia, por lo que un medio ambiente muy agresivo, puede desarrollar y causar corrosión en las grietas, generalmente se atribuye a los siguientes factores:

- I.- Cambios de acidez en la grieta o hendidura.
- II.- Escasez de oxígeno en la grieta.
- III.- Desarrollo de iones diferentes en la hendidura.
- IV.- Agotamiento de Inhibidor en la grieta.

Al igual que todas las formas de corrosión localizada, la corrosión por agrietamiento no ocurre en todas las combinaciones metal-agente corrosivo, y algunos materiales son más susceptibles que otros, como por ejemplo, aquéllos que dependen de las películas protectoras de óxido formadas por el aire para adquirir su resistencia a la corrosión, tal y como sucede con el acero inoxidable y el titanio.

d.- Corrosión por picadura: se presenta por la formación de orificios en una superficie relativamente intacta. La forma de una picadura es a menudo responsable de su propio avance, por las mismas razones mencionadas en la corrosión por agrietamiento, es decir, una picadura puede ser considerada como una grieta o hendidura formada por sí misma. Para reducir la corrosión por picadura se necesita una superficie limpia y homogénea, por ejemplo, un metal homogéneo y puro con una superficie muy pulida deberá ser generalmente, mucho más resistente que una superficie que tenga incrustaciones, defectos o rugosidad. La corrosión por picadura es un proceso lento que puede llevarse meses y años antes de ser visible, pero que naturalmente, causará fallas inesperadas. El pequeño tamaño de la picadura y las minúsculas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detección de ésta sea muy difícil en las etapas iniciales.

e.- Corrosión por tensión: La acción conjunta de un esfuerzo de tensión y un medio ambiente corrosivo, dará como resultado en algunos casos, la fractura de una aleación metálica. La mayoría de las aleaciones son susceptibles a este ataque, pero afortunadamente el número de combinaciones aleación / agente corrosivo que causan este problema, son relativamente pocas. Sin embargo, hasta la fecha, este es uno de los problemas metalúrgicos más serios. Los esfuerzos que causan las fracturas provienen de trabajos en frío, soldadura, tratamiento térmico, etc. Las fracturas pueden seguir caminos inter cristalinos o transcristalinos. Algunas de las características de la corrosión de fractura por tensión, son las siguientes:

I.- Se requiere un esfuerzo de tensión.

II.- Las fracturas se presentan quebradizas en forma macroscópica, mientras que las fallas mecánicas de la misma aleación, en ausencia de un agente corrosivo específico, generalmente presentan ductilidad.

III.- Depende de las condiciones metalúrgicas de la aleación.

IV.- Algunos medios ambientes específicos, generalmente causan fractura en una aleación dada. El mismo medio ambiente no causa fracturas en otras aleaciones.

V.- La corrosión por esfuerzo puede ocurrir en medios ambientes considerados no agresivos para una aleación dada, por ejemplo la velocidad de corrosión uniforme, es baja hasta que se presenta una fractura.

VI.- Largos periodos de tiempo, a menudo años, pueden pasar antes de que las fracturas sean visibles, pero entonces al presentarse, se propagan rápidamente con el resultado de una falla inesperada.

La corrosión por fatiga, es una forma especial del tipo de corrosión de fractura por tensión y se presenta en ausencia de medios corrosivos, debido a esfuerzos cíclicos repetidos. Estas fallas, son muy comunes en estructuras sometidas a vibración continua. La corrosión por fatiga, se incrementa naturalmente con la presencia de un medio agresivo, de tal forma que el esfuerzo necesario para producir la corrosión por fatiga, se reduce en algunas ocasiones hasta la

mitad del necesario, para producir la falla en aire seco. Los métodos para evitar la corrosión por fatiga, necesitan prevenir la fractura producida por ésta desde el principio, ya que es muy difícil detener la propagación de las fracturas, una vez que se inician.

De lo indicado anteriormente, se ve la necesidad de reconocer en primer lugar, las diferentes formas en las que se presenta la corrosión, para así tomar medidas pertinentes que permitan establecer los métodos correctivos para atenuarla, los cuales son mejor comprendidos si se conoce la teoría de la corrosión.

f.- Corrosión por bacterias: se define como el deterioro de un material metálico en presencia de hongos o bacterias, generalmente este fenómeno se presenta en condiciones anaeróbicas (bacterias sulfato reductoras). En condiciones aerobias, la corrosión se produce por presencia de un metabolito ácido, es el caso de la cavidad bucal donde la mayoría de las bacterias son productoras de ácido. En ocasiones, también producen corrosión por la aparición de células de concentración y formación de depósitos (Biopelícula) placa bacteriana.⁶

La corrosión de los aceros se produce cuando existe un ataque químico o electroquímico de una o mas sustancias que lo rodean.

La resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables se debe a la formación, en la superficie de los mismos, de una película de óxido muy delgada y resistente que se recibe el nombre de película pasiva. Se forma esta película siempre que el medio que rodea el acero es capaz de ceder oxígeno.

El hierro, el níquel y el cromo son los elementos base, siendo el cromo el que mayor influencia tiene, ya que todas las aleaciones de este metal adquieren su propiedad de pasividad estable.

Como ya se dijo el cromo es el elemento que mayor importancia tiene respecto a la resistencia a la corrosión de un acero inoxidable.

El níquel es el elemento que mas interviene en estos aceros, después del cromo. En general aumenta la resistencia a la corrosión al reforzar el efecto pasivante del cromo.

El molibdeno tiene una influencia similar pero menos intensa que la del cromo. Reduce la corrosión por picaduras en soluciones cloradas.

De acuerdo al tipo de corrosión de los aceros ya mencionados que se pueden presentar, la corrosión selectiva o por picaduras es necesario mencionar sobre ella que cuando una serie de condiciones hacen que desaparezca la pasividad de algunos puntos de la superficie de un acero inoxidable, dichos puntos se transforman en ánodos, dando origen a la creación de pares galvánicos.

Por lo general se manifiesta con picaduras muy finas que se desarrollan rápidamente en profundidad y longitud.

Caso típico de esta corrosión es la producida por el agua de mar en casi todos los aceros y es sumamente peligrosa por que no es fácil detectarla los cloruros, bromuros e hipocloritos son los que presentan mayor agresividad.

La composición del acero y su estructura son factores que también influyen en este tipo de corrosión.

Si sobre la superficie de un acero inoxidable se acumula suciedad, se evita el acceso del oxígeno en las zonas cubiertas, formándose picaduras como consecuencia de la pérdida de pasividad.

Podemos hablar de corrosión por picaduras por efecto de contacto con agentes corrosivos. En la presente investigación se demostrara el efecto corrosivo sobre la superficie de alambre de uso ortodóncico por contacto con algunos líquidos antisépticos.

2.4 APLICACIONES DE LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO EN ORTODONCIA.

La metalografía es, esencialmente, el estudio de las características estructurales o de constitución de un metal o una aleación para relacionar ésta con las propiedades físicas y mecánicas.

Sin duda alguna, la parte más importante de la metalografía es el examen microscópico.

Tales estudios microscópicos, en manos de un metalógrafo experimentado, proporcionan una abundante información sobre la constitución del metal o aleación investigados. Mediante ellos se pueden definir características estructurales, como el tamaño de grano, con toda claridad; se puede conocer el tamaño, forma y distribución de las fases que comprenden la aleación y de las inclusiones no metálicas, así como la presencia de segregaciones y otras heterogeneidades que tan profundamente pueden modificar las propiedades mecánicas y el comportamiento general de un metal. Cuando el examen microscópico ha permitido la determinación de estas y otras características constitucionales, es posible predecir con gran seguridad el comportamiento del metal cuando se le utilice para un fin específico. Importancia parecida tiene el hecho de que, con ciertas limitaciones, la microestructura refleja casi la historia completa del tratamiento mecánico y térmico que ha sufrido el material.⁹

2.4.1 Microscopio electrónico de barrido

El microscopio electrónico de barrido (SEM) es un instrumento que permite la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos y orgánicos, entregando información morfológica del material analizado. A partir de él se producen distintos tipos de señal que se generan desde la muestra y se utilizan para examinar muchas de sus características. Con él se pueden realizar estudios de los aspectos morfológicos de zonas microscópicas de los distintos materiales con los que trabajan los investigadores de la comunidad científica y las empresas

privadas, además del procesamiento y análisis de las imágenes obtenidas. Las principales utilidades del SEM son la alta resolución ($\sim 100 \text{ \AA}$), la gran profundidad de campo que le da apariencia tridimensional a las imágenes y la sencilla preparación de las muestras.

El microscopio electrónico de barrido puede estar equipado con diversos detectores, entre los que se pueden mencionar: un detector de electrones secundarios para obtener imágenes de alta resolución SEI (Secondary Electron Image), un detector de electrones retrodispersados que permite la obtención de imágenes de composición y topografía de la superficie BEI (Backscattered Electron Image), y un detector de energía dispersiva EDS (Energy Dispersive Spectrometer) permite coleccionar los Rayos X generados por la muestra y realizar diversos análisis e imágenes de distribución de elementos en superficies pulidas.



Fig. 1.

Microscopio Electrónico de barrido marca Jeol. Modelo: JSM-6400 y Microanalizador marca Broker modelo: X-flash 4010. del Instituto de investigaciones metalúrgicas de la U.M.S.N.H..

PRINCIPALES APLICACIONES

Las aplicaciones del microscopio electrónico de barrido son muy variadas, y van desde la industria petroquímica o la metalurgia hasta la medicina forense. Sus análisis proporcionan datos como textura, tamaño y forma de la muestra.

Entre las áreas de aplicación de esta técnica, se pueden mencionar:

1. **Geología:** Investigaciones geomineras, cristalográficas, mineralógicas y petrológicas. Estudio morfológico y estructural de las muestras.
2. **Estudio de materiales:** Caracterización microestructural de materiales. Identificación, análisis de fases cristalinas y transiciones de fases en diversos materiales tales como metales, cerámicos, materiales compuestos, semiconductores, polímeros y minerales. Composición de superficies y tamaño de grano. Valoración del deterioro de materiales, determinación del grado de cristalinidad y presencia de defectos. Identificación del tipo de degradación: fatiga, corrosión, fragilización, etc.
3. **Metalurgia:** Control de calidad y estudio de fatiga de materiales, características texturales. Análisis de fractura (fractomecánica) en materiales.
4. **Odontología:** En este campo son muchas las aplicaciones de las caracterizaciones morfológicas que se pueden realizar con el microscopio electrónico de barrido.

Una aplicación específica de este microscopio se obtiene al estudiar la direccionalidad de las varillas del esmalte dental. El esmalte dental posee varias fases de formación, en las cuales se van depositando elementos minerales que

llegan al lugar por los vasos sanguíneos circundantes, produciéndose mineralización total en la última fase de su formación. En esta etapa se forman cristales, que al depositarse toman una disposición en todo el tejido formado, creando las varillas del esmalte, estructura principalmente inorgánica (98%), adquiriendo una disposición muy particular de acuerdo al sector que se estudie de la pieza dentaria. Estas varillas son observadas con un microscopio electrónico de barrido, notando que estas se disponen en diferentes direcciones con un sólo sentido desde el límite amelodentinario a la superficie, entrecruzándose en las cúspides y en ciertos sectores de las caras libres y proximales, lo que se denomina multidireccionalidad de las varillas. Para ello se extraen piezas dentarias humanas (con indicación quirúrgica), las que son metalizadas con oro-paladio y luego son estudiadas en el SEM. De este modo se puede observar la disposición de las varillas, analizar los cambios de direcciones en el espesor del esmalte y comparar la disposición en los distintos sectores del esmalte (oclusal, 1/3 medio y 1/3 cervical). Además se pueden analizar a través del SEM las alteraciones que producen los ácidos producidos por la entrada de microorganismos y restos alimenticios en las superficies vestibulares de los dientes anteriores, ya que sobre ellos se produce la retención de los materiales odontológicos en fracturas, fisuras, ferulizaciones, etc. La entrada de los microorganismos se produce, y a que para la retención del material de restauración, desde los comienzos de la odontología, se han realizado tallados en forma de retención mecánica en las piezas dentarias, formándose estos en la interfase restauración-diente.¹⁰

2.5 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.

Para saber sobre las características del metal usado en boca y la alteración estructural por el contacto con diferentes fluidos el Dr. Hugo A. Pérez Campos R. en su tesis Comparación de corrosión en arcos rectangulares níquel titanio termoadactivados de 5 diferentes marcas comerciales en el 2009. valoró mediante imágenes de microscopio electrónico de barrido la superficie de arcos de ortodoncia, el porcentaje del material del que está conformado antes y después de tener contacto con la cavidad bucal y valoró si es importante la limpieza del arco

en cada cita para reducir la placa de biopelícula pudiendo afectar el tratamiento ortodóntico y hacer más susceptibles los arcos a la corrosión y así poder establecer una comparación entre el costo, calidad y biocompatibilidad de estos arcos para el tratamiento ortodóntico.¹¹

La Dra. Daniela Romo Garay en su tesis Ensayo de corrosión in Vitro en arcos Níquel-Titanio en el 2009 en el posgrado de ortodoncia de la U.M.S.N.H. Michoacán, México. Comprueba la influencia de diferentes elementos tanto físicos, mecánicos y bacteriológicos que participan en la degradación de las aleaciones ortodónticas y por consiguiente la disminución de la eficacia de dichos elementos activos en el tratamiento ortodóntico, es importante conocer algunas alternativas que nos permitan mejorar el manejo clínico de los arcos como: conocer sus propiedades mecánicas, la aplicación de medios bacteriostáticos (gel, spray, barnices, etc.) que proporcionen protección contra la aparición del biofilm o una disminución del mismo.¹²

El odontólogo invierte gran cantidad de tiempo y recursos en la manipulación de diversos materiales y muchas veces el éxito o fracaso de los tratamientos dependen directamente de la correcta selección de ellos y de una adecuada manipulación. Se usan aleaciones en boca que probablemente bajo las

condiciones clínicas, sistémicas, socioeconómicas, microbiológicas, temperatura, cambios de ph y alimentación, no sea la adecuada para la realización de determinado tratamiento y que por lo tanto, sea causante de un problema mayor a largo plazo. Es importante que los métodos usados para la evaluación de los materiales en el laboratorio den resultados que puedan correlacionarse directamente con la experiencia clínica¹².

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

De acuerdo a la bibliografía revisada así como, al conocimiento en general sobre las alteraciones que produce la corrosión sobre los diferentes metales en ortodoncia por cuidado, higiene y sanidad es que en un tratamiento de ortodoncia y ortopedia maxilar el ortodoncista recurre a diferentes antisépticos bucales como auxiliar en el mantenimiento de las condiciones ideales para realizar dicho tratamiento con los mejores resultados, por ello el presente trabajo se enfoca en el análisis del efecto corrosivo de los antisépticos bucales más usados por los ortodoncistas sobre el metal, en este caso el acero inoxidable marca Dentaureum y por ende un auxiliar para la fractura en los segmentos de alambre de los aparatos ortopédicos maxilares, ya que las recomendaciones de uso de cada antiséptico bucal son variadas y su efectividad depende de las concentraciones de diferentes sustancias químicas que si bien, son benéficas para mantener una salud oral estable se desconoce el nivel de corrosión que puede inducir sobre la diferente aparatología ortodóntica siendo por ello necesario el estudio de este factor para establecer normas de uso, así como conocer que antiséptico bucal es el mejor auxiliar para la sanitización de los aparatos ortopédicos maxilares, de tal manera que la elección de tales antisépticos bucales deje de ser una cuestión de mercado y publicidad, y sea realizada concienzuda y científicamente por el experto en el área, en este caso el ortodoncista. La importancia de estudiar la superficie de los materiales utilizados en las diferentes áreas de la salud como es la ortodoncia, es para conocer cómo reaccionan los materiales en contacto con los diferentes fluidos y tejidos de un organismo, siendo de suma importancia a considerar los periodos de tiempo que éstos deberán permanecer expuestos a los fluidos.

La aparatología ortopédica durante su uso esta sometida a fuerzas intermitentes de diferente intensidad y algunos de sus componentes pueden llegar al límite de su resistencia física, por tanto puede darse una fractura de alguna de sus estructuras lo cual conlleva un retraso en el tratamiento y siendo que una de las

partes de las que se conforman los aparatos de ortopedia funcional es el acero inoxidable es necesario conocer las condiciones en las que se encuentra el alambre de acero inoxidable antes, durante y después de su uso o contacto con diferentes metales, fluidos o tejidos, puesto que en el momento de la elaboración de un aparato ortopédico el alambre se somete a fuerzas para su deformación y esta en contacto con el metal de las pinzas que lo deformaran y esta interacción altera la estructura del alambre.

En algunas ocasiones durante la elaboración de un aparato de ortopedia funcional puede presentarse una fractura del alambre esto puede deberse a la calidad del alambre, al conocimiento y destreza del operario durante el pinzado para elaborar los dobleces del alambre.

Durante el uso de un aparato ortopédico en boca el alambre que lo conforma está sometido a cambios de temperatura a fuerzas intermitentes de diferentes intensidades y durante la limpieza del aparato ortopédico este se pone en contacto con más sustancias en diferentes periodos de tiempo como es el agua, enjuagues bucales que pueden contener alcohol, clorexidina u otras sustancias de las cuales desconocemos los efectos sobre la superficie del alambre por ello es necesario realizar investigación científica sobre los diferentes efectos de estos antisépticos bucales sobre los metales de uso ortopédico y ortodóntico.

La importancia del conocimiento por parte del ortodontista sobre las características del alambre que se utiliza en ortopedia funcional así como de la correcta manipulación del alambre y de los efectos de las sustancias con las que estará en contacto el alambre de un aparato de ortopedia funcional son indispensables para reducir al mínimo los riesgos de una fractura de algún segmento de alambre en algún momento del tratamiento.

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Qué antiséptico bucal induce mayor corrosión en alambres 0.036" marca Dentaureum utilizado en ortopedia funcional?

4. JUSTIFICACIÓN.

Mediante esta investigación el ortodoncista tendrá el conocimiento necesario respecto de la acción de los diferentes antisépticos bucales sobre el material metálico de los aparatos ortopédicos para determinar la manera de uso de los antisépticos bucales para la correcta sanitización de la aparatología ortopédica basado en evidencia científica ya que existen diferentes investigaciones sobre el uso y efecto de los antisépticos bucales pero todos ellos enfocados en el efecto sobre encías y órganos dentarios, esto nos dice que la mayoría de las investigaciones sobre estos antisépticos son realizados con el propósito de aportar conocimiento al odontólogo de práctica general pero el especialista en ortodoncia necesita mayor información sobre los efectos de estos antisépticos ya que la acción de los antisépticos bucales sobre la aparatología ortodóntica y ortopédica puede generar un beneficio o un obstáculo durante el tratamiento ortodóntico u ortopédico dependiendo del tiempo de uso y de la marca de el antiséptico bucal usado independientemente del beneficio que puedan aportar a encías y órganos dentarios para el cual fueron elaborados.

La importancia de la realización del presente trabajo de investigación es debido a que no se tienen estudios específicos que aporten información acerca de la corrosión inducida debido al uso de diferentes antisépticos bucales sobre la aparatología ortodóntica por lo que es necesario obtener conocimiento sobre la influencia corrosiva en alambres SS 0.36 producida por las diferentes marcas de antisépticos bucales mediante investigación científica apoyándonos en la observación microscópica, ya que las recomendaciones de uso de cada antiséptico bucal son variadas y su efectividad depende de las concentraciones de diferentes sustancias químicas que si bien, son benéficas para mantener una salud oral estable se desconoce el nivel de corrosión que puede inducir sobre la diferente aparatología ortodóntica siendo por ello necesario el estudio de este factor para establecer normas de uso, así como conocer que antiséptico bucal es el mejor auxiliar para la sanitización de los aparatos ortopédicos maxilares, de tal

manera que la elección de tales antisépticos bucales deje de ser una cuestión de mercado y publicidad, y sea realizada concienzuda y científicamente por el experto en el área, en este caso el ortodoncista.

5. HIPÓTESIS.

HIPÓTESIS DE TRABAJO.

- El uso de antisépticos bucodentales como Listerine Fres hmint (A), Oral B Pro-salud (B), Equate menta (C), Colgate Plax fresh mint (D) y Astringosol clásico (E) producirán distintos niveles de corrosión sobre alambres 0.36" S.S. marca Dentaureum.
- $H_T: A \neq B \neq C \neq D \neq E$

HIPÓTESIS NULA.

- El uso de antisépticos bucodentales como Listerine Freshmint, Oral B Pro-salud, Equate menta, Colgate Plax fresh mint y Astringosol clásico, producirán semejantes niveles de corrosión sobre alambres 0.36" S.S. marca Dentaureum.
- $H_0: A = B = C = D = E$

6. OBJETIVOS.

6.1 OBJETIVO GENERAL.

- Comparar la presencia de corrosión en alambres .036" marca Dentaureum por efecto de inmersión en diferentes antisépticos bucales, analizados mediante microscopia electrónica de barrido.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer que antiséptico bucodental induce mayor corrosión sobre la superficie del alambre 0.036” marca Dentaureum.
- Establecer pautas sobre la sanitización de aparatología tipo Bimler tomando en cuenta los resultados de la presente investigación.

7. MATERIAL Y METODOS.

7.1 CLASIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

- Longitudinal.
- Comparativo.
- Descriptivo.
- Observacional.
- Experimental.

7.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

- 18 Segmentos de Alambre SS” 0.36 dentaureum duro. De 4cm de largo.
- Antiséptico bucodental Literine Fresh mint.
- Antiséptico bucodental Oral B Pro-salud.
- Antiséptico bucodental Equate menta.
- Antiséptico bucodental Colgate Plax fresh mint.
- Antiséptico bucodental Astringosol clásico.

7.3 CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN.

Alambres SS” con distinto calibre.

Alambres SS” de distinta marca comercial.

Otras marcas de Antisépticos bucodentales.

7.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.

- **18 Segmentos de Alambre SS 0.036” dentaurum duro.**
- **ASTRINGOSOL:**

Ingredientes activos: cloruro de cetil piridinio 0.20% p/v, salicilato de metilo 4.77% p/v, cloruro de zinc 0.42% p/v.

Inactivos: agua, alcohol, extracto de mirra y acido cítrico.

- **COLGATE PLAX:**

Ingredientes activos:

Fluoruro de sodio 0.05%, triclosan 0.03%, gantrez 0.20%

Otros: agua sorbitol, alcohol etílico, glicerina, laurel sulfato de sodio, metil cocoil taurato de sodio, fluoruro de sodio, hidróxido de sodio, triclosano, fosfato di sódico.

- **LISTERINE FRESH MINT:**

Cada 100ml contiene: eucaliptol 92.2mg, salicilato de metilo 66.0mg, timol 63.9mg, 21.6% de alcohol.

- **ORAL B PRO SALUD:**

0.07% cloruro de cetilpiridinio,

Otros: agua, glicerina ploxamero 407, metilparabeno, sacarina sódica, propilparaben.

- **EQUATE MENTA**

Ingredientes activos: timol 0.064%, metil salicilato 0.060% y mentol 0.042% Alcohol 21.6 %

Otros ingredientes: solución de sorbitol, poloxamero 407, acido benzoico, saborizante artificial y natural de menta, sacarina sódica, citrato de sodio, acido cítrico, amarillo no. 10 y verde no. 3.

7.5 METODOLOGÍA.

- Se obtuvo un rollo (10 m) de alambre SS 0.036" marca Dentaureum (Figura 2).



Figura 2.

- Se obtuvieron 18 tramos de 10cm. c/u (alambre SS 0.036" marca Dentaureum), posteriormente se realizaron dobleces en "U", en ángulo recto y una porción recta (figura 2-4). Para llevar a cabo los dobleces correspondientes se utilizaron pinzas para alambre pesado. Este procedimiento se realizó bajo la supervisión de la C.D.E.O Elizabeth Zepeda Maldonado coordinadora del posgrado de la facultad de odontología de la U.M.S.N.H. y catedrática de la clínica de ortopedia maxilar del posgrado antes mencionado (figura 3,4 y5).

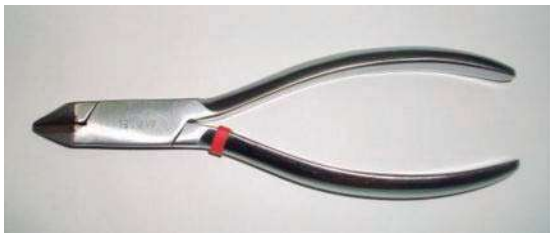


Fig. 3



Figura 4.

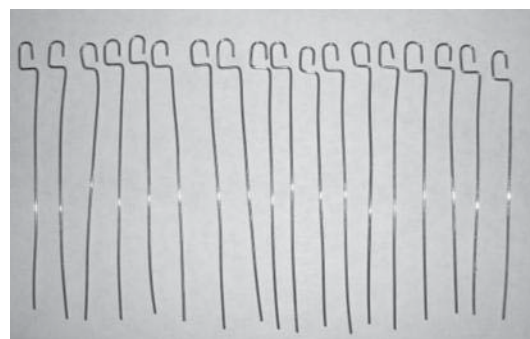


Figura 5.

- Los antisépticos que se utilizaron en esta investigación fueron: ASTRINGOSOL, COLGATE PLAX, LISTERINE FRESH MINT, ORAL B PRO SALUD y EQUATE MENTA figura 6.



Figura 6

- Se utilizaron 18 tubos de ensayo con rosca de 10 mm de diámetro x 10 cm de largo, de los cuales 6 tubos contenían las soluciones antisépticas, otros 6 tubos se utilizaron para incorporar 4 mL de saliva artificial en c/u y los últimos 6 tubos contenían 4 mL de agua destilada c/u.

- De los primeros 6 tubos, se clasificaron de la siguiente manera:

Grupo I: tubo con 4 mL de Astringosol preparado (1:3).

Grupo II: tubo con 4 mL de Listerine Fresh mint.

Grupo III: tubo con 4 mL de Colgate plax.

Grupo IV: tubo con 4 mL de Oral B pro-salud.

Grupo V. tubo con 4 mL de Equate.

Grupo VI: tubo con 4 mL de agua destilada.

7.6 Ensayo experimental No. 1.

PRUEBAS DE INMERSIÓN DE LOS ALAMBRES SS 0.036" EN SOLUCIONES ANTISÉPTICAS.

Paso 1.- A cada uno de estos tubos se les coloco 3 muestras de los alambres SS 0.036" con los dobleces ya realizados y se dejaron inmersos durante 30 minutos a temperatura ambiente (cada uno de los ensayos fueron realizados por triplicado). Fig. 7 y 8.



Fig. 7.



Fig. 8

Paso 2.- Al transcurrir este periodo de tiempo de sanitización, los alambres se retiraron de cada uno de estos tubos y posteriormente los alambres SS 0.036 fueron enjuagados en agua destilada (otra serie de tubos).

Paso 3.- después de enjuagar los alambres en agua destilada, se depositaron en otra serie de tubos que contenían 4 mL c/u de saliva artificial, los cuales eran depositados en un baño maria a 37°C durante un periodo de 20hrs al día. Estos tres pasos se realizaron diariamente durante el periodo de tiempo de 30 días. Fig. 9 y 10.



Fig. 9.



fig. 10.

7.7. ENSAYO EXPERIMENTAL No. 2.

ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE DE LOS ALAMBRES SS. 0.036" MEDIANTE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.

- al término de los 30 días de el ensayo No. 1 los alambres se extrajeron de las soluciones químicas y fueron enjuagados con agua destilada. Se dejaron secar a temperatura ambiente.

- los alambres se prepararon para ser observados mediante microscopia electrónica de barrido, recortando el tramo recto de cada alambre hasta dejar 1cm de alambre recto respecto del último doble. Fig. 11.

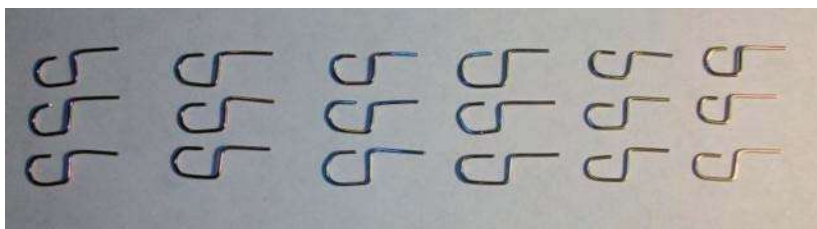


Fig. 11.

- se preparo la muestra de alambres en la charola de observación del microscopio ordenados por grupos de acuerdo a las sustancias químicas a las que fueron expuestas. Fig. 12 a 15

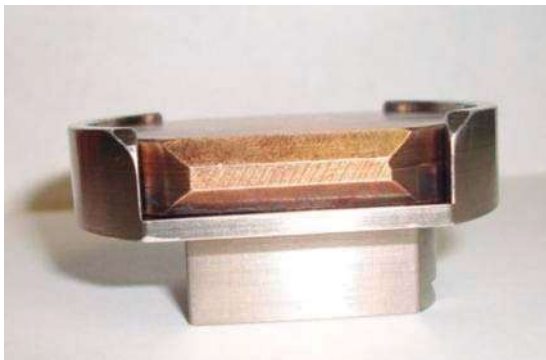


Fig. 12.



Fig. 13.

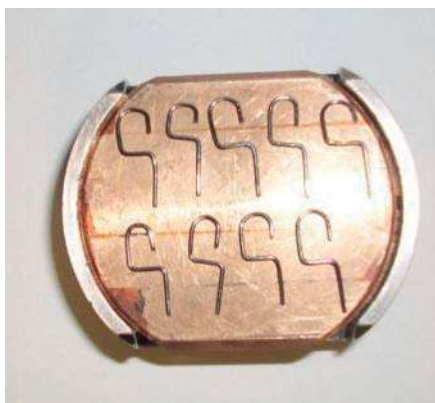
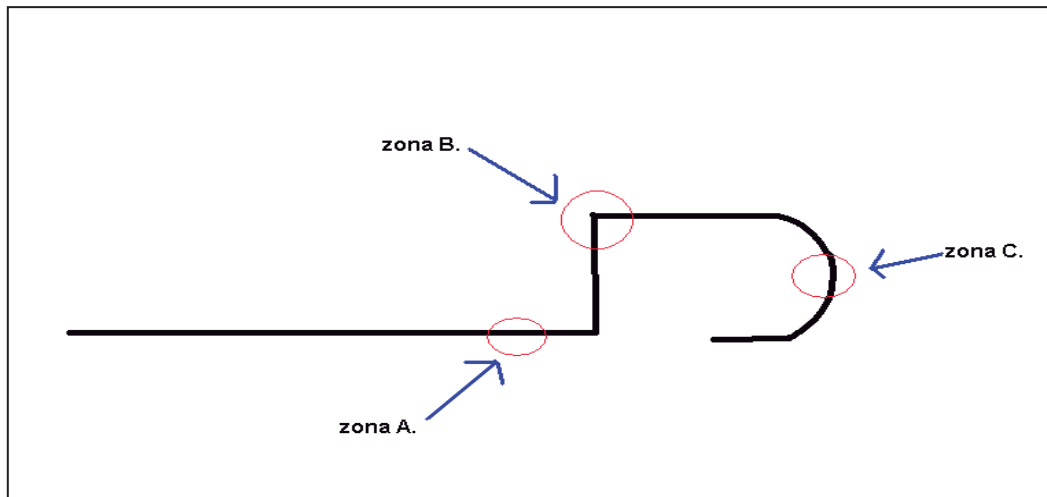


Fig. 14.



fig. 15

-se realizo el análisis de microscopia electrónica de barrido de la superficie de los 18 alambres alambre obteniéndose imágenes a 100 y 1000x de las diferentes zonas de cada alambre (zona A: porción recta, zona B: ángulo de 90°, zona C: porción mas curva del dobles en "U") así como un microanálisis a 1000 x de un alambre de cada muestra. Esquema 1, figura 16.



Esquema. 1 Esquema que muestra las diferentes zonas del alambre que se analizaron mediante Microscopia Electrónica de Barrido. (zona A: porción recta, zona B: ángulo de 90°, zona C: porción mas curva del dobles en "U").



Fig. 16 Microscopio Electrónico de barrido marca Jeol. Modelo: JSM-6400 y Microanalizador marca Broker modelo: X-flash 4010. (Instituto de investigaciones metalúrgicas de la U.M.S.N.H).

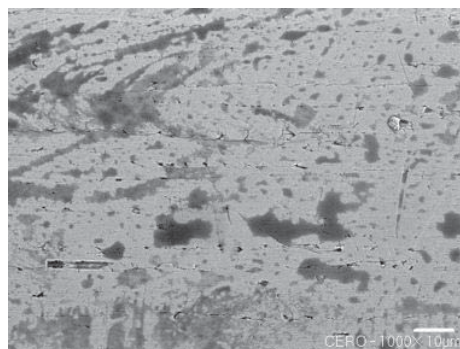
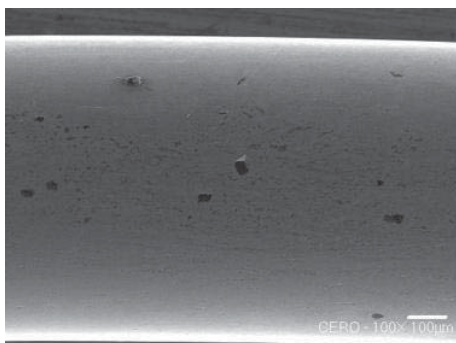
-Se llevo a cabo la prueba estadística de ANOVA (Prueba de Fisher), a IC 95% y una $\alpha = 0.05$.

-El procesamiento de los datos se realizó en la hoja de cálculo Excel y el paquete estadístico SPSS V 19.0.

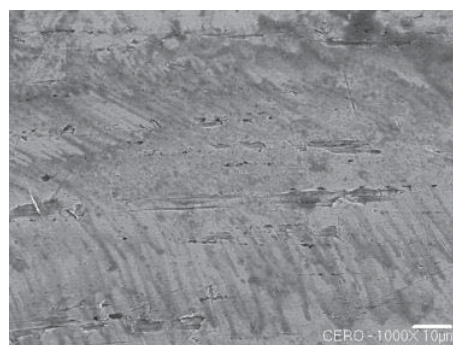
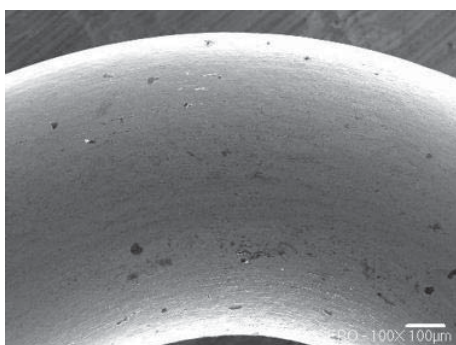
8 RESULTADOS.

IMÁGENES POR MEB DE LAS DIFERENTES ZONAS DEL ALAMBRE BLANCO.

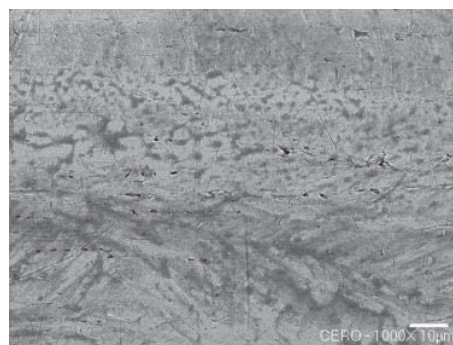
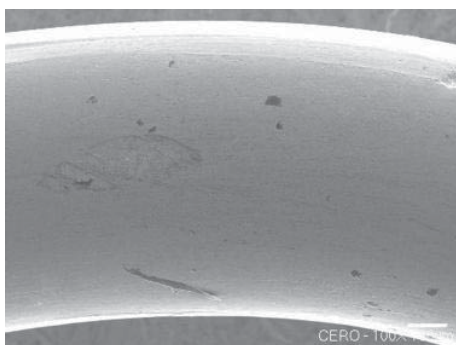
Alambre blanco zona A



Alambre blanco zona B

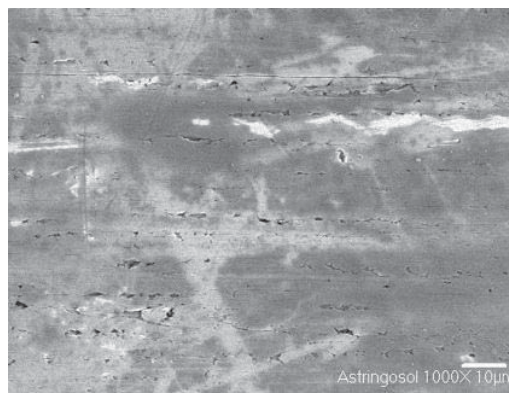
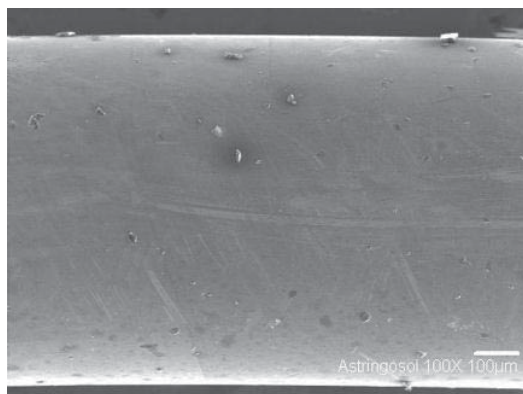


Alambre blanco zona C

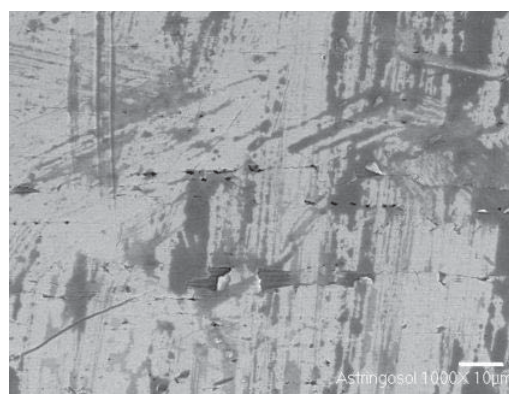
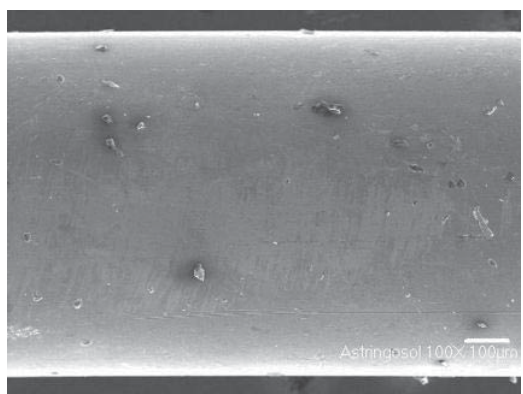


IMÁGENES POR MEB DE LAS DIFERENTES MUESTRAS DE ALAMBRE DESPUÉS DE SER SOMETIDAS 30 DÍAS A INMERSIÓN EN SOLUCIONES ANTISÉPTICAS Y SALIVA ARTIFICIAL A 36°C.

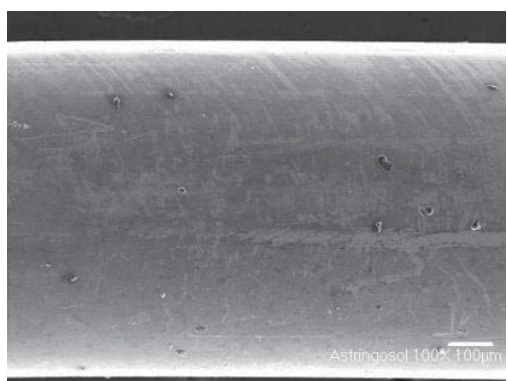
Astringosol Muestra 1 zona A



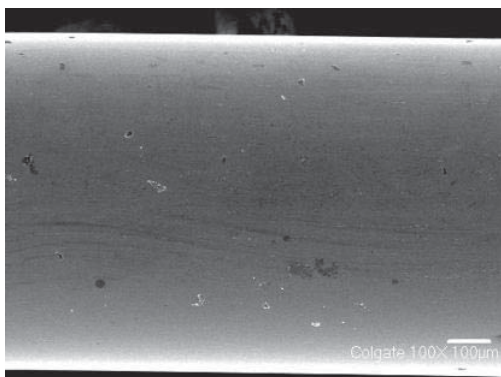
Astringosol Muestra 2 zona A



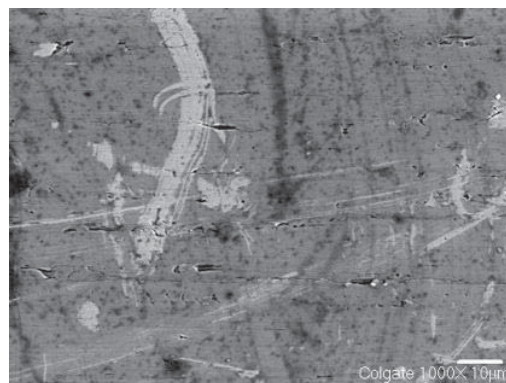
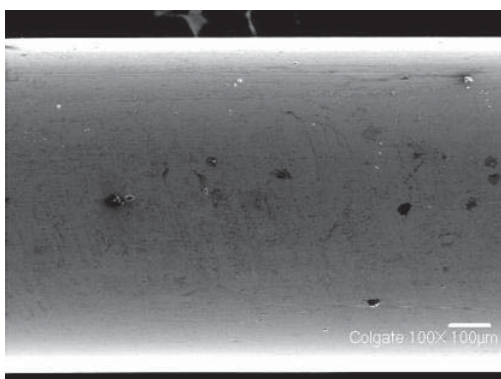
Astringosol Muestra 3 zona A



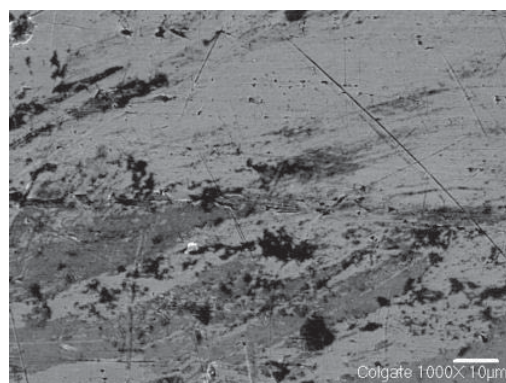
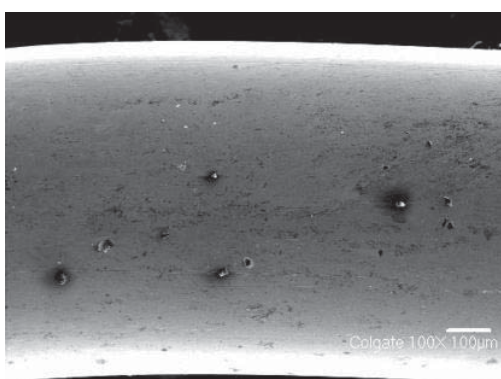
Colgate Muestra 1 zona A



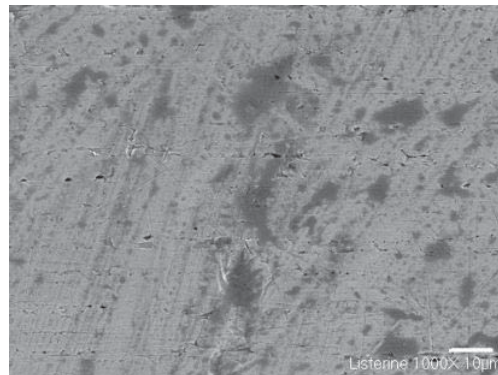
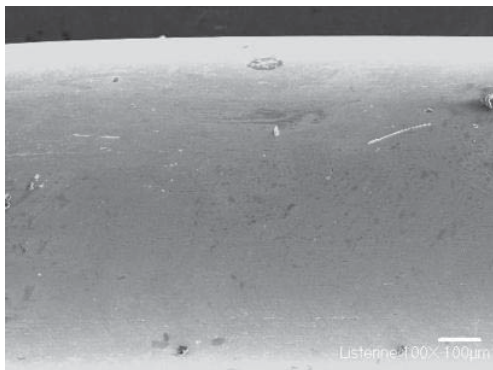
Colgate Muestra 2 zona A



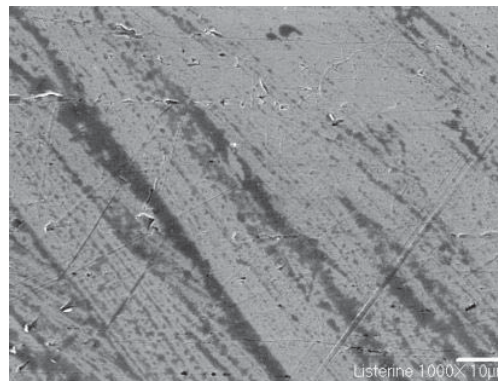
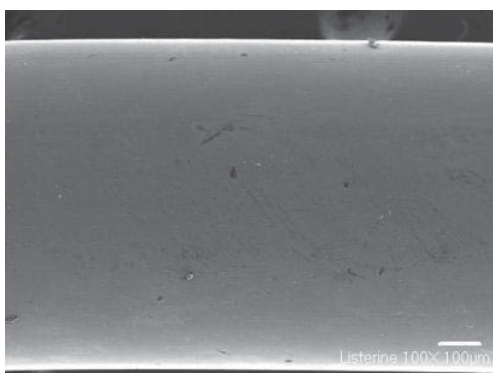
Colgate Muestra 3 zona A



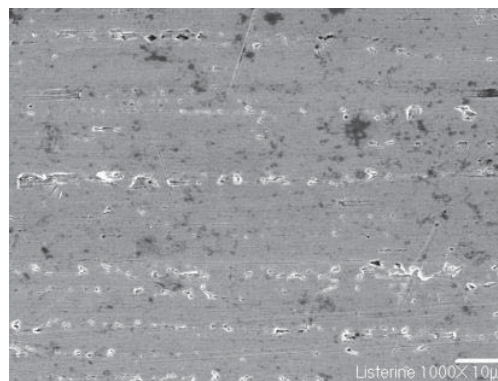
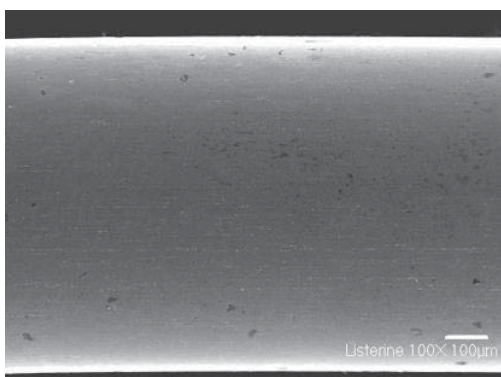
Listerine Muestra 1 zona A



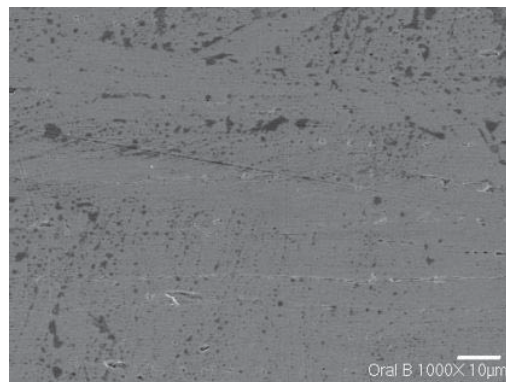
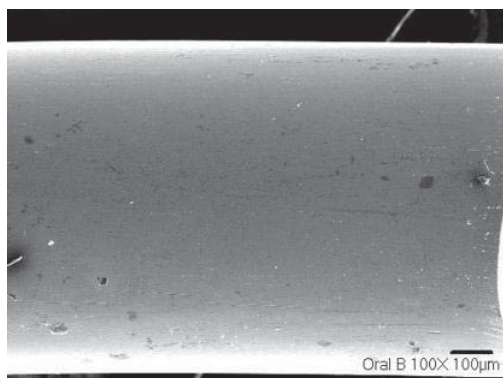
Listerine Muestra 2 zona A



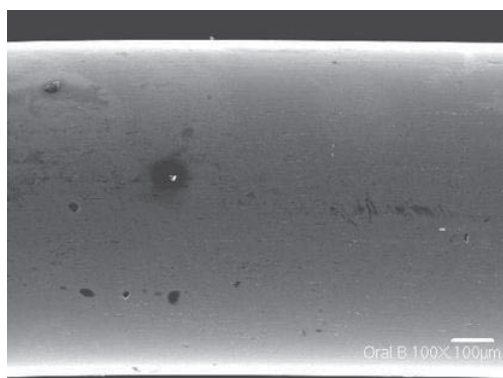
Listerine Muestra 3 zona A



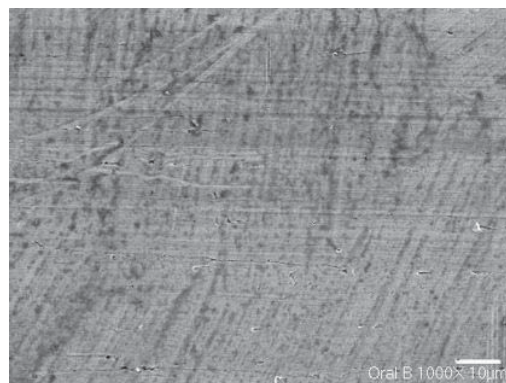
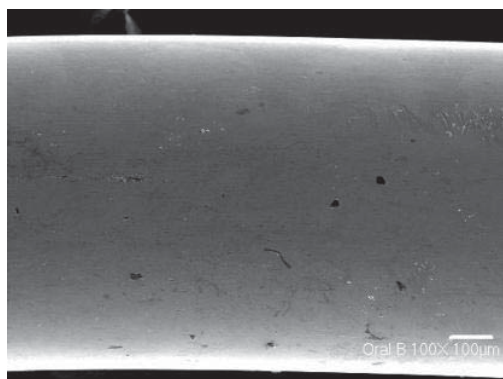
Oral B Muestra 1 zona A



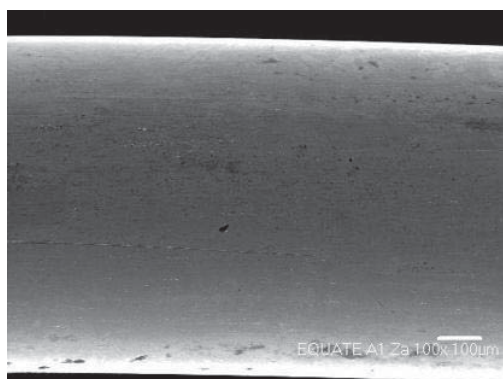
Oral B Muestra 2 zona A



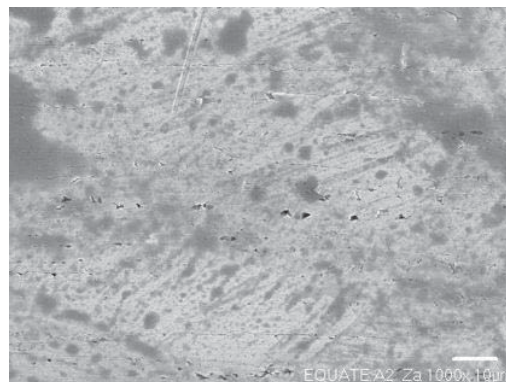
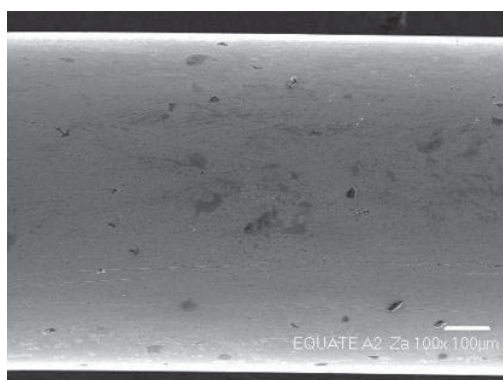
Oral B Muestra 3 zona A



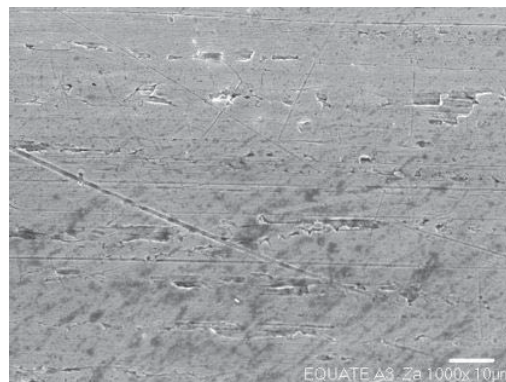
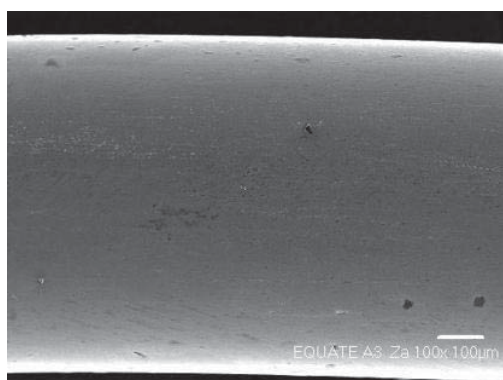
Equate Muestra 1 zona A



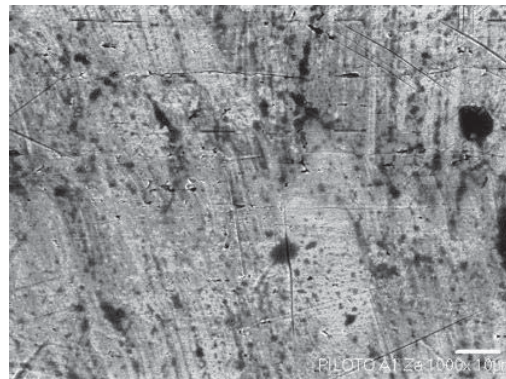
Equate Muestra 2 zona A



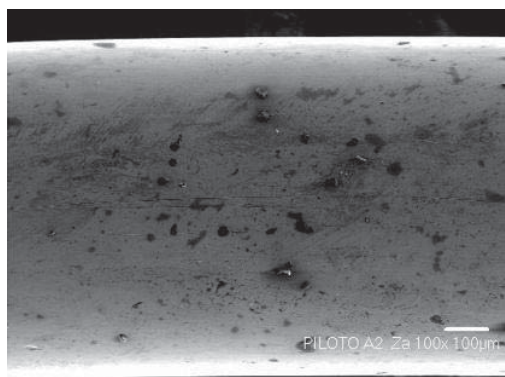
Equate Muestra 3 zona A



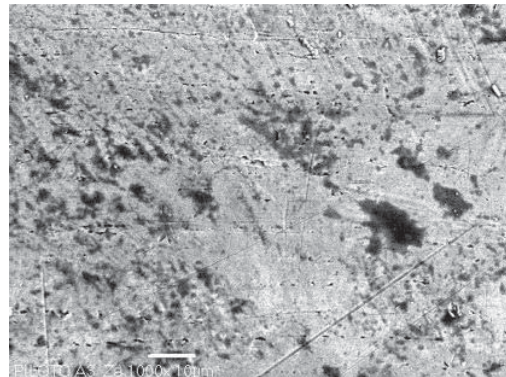
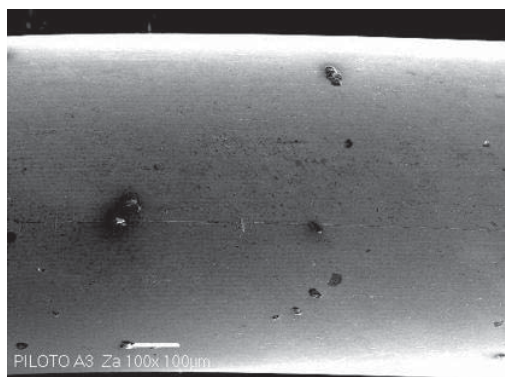
Control Muestra 1 zona A



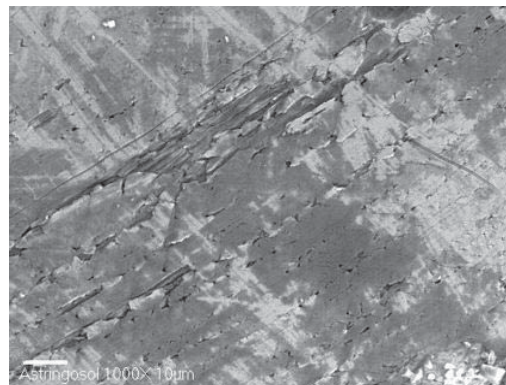
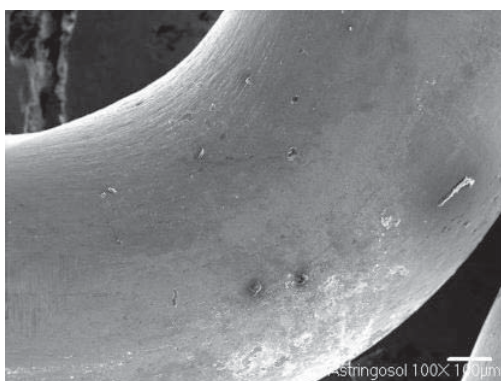
Control Muestra 2 zona A



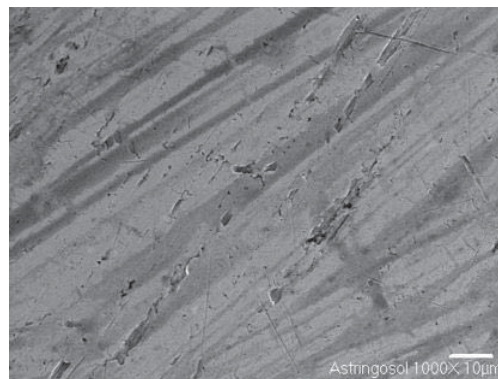
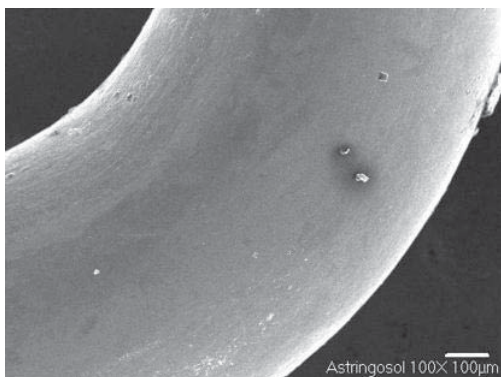
Control Muestra 3 zona A



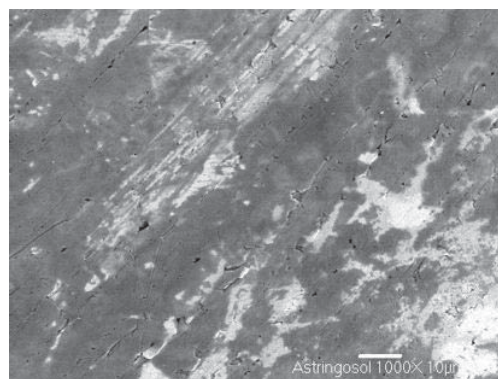
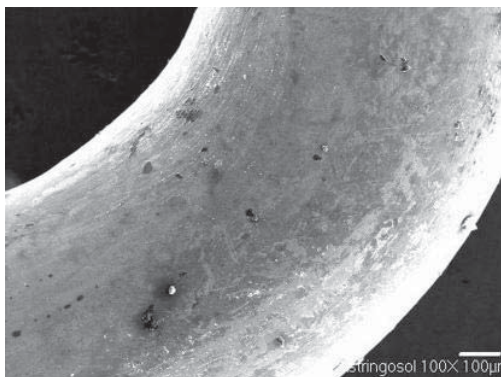
Astringosol muestra 1 zona B



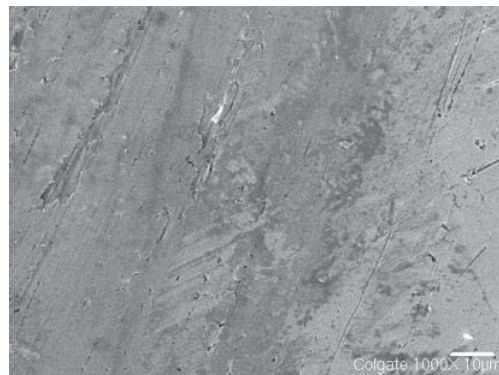
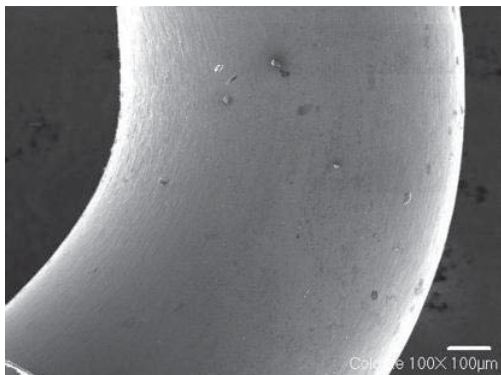
Astringosol Muestra 2 zona B



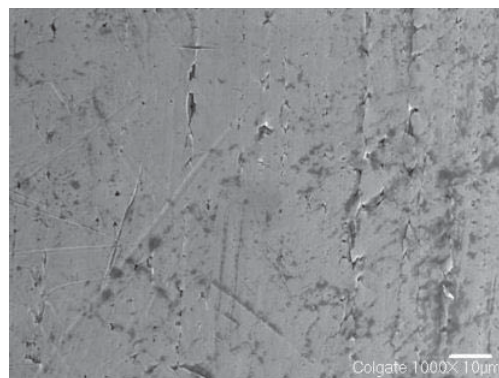
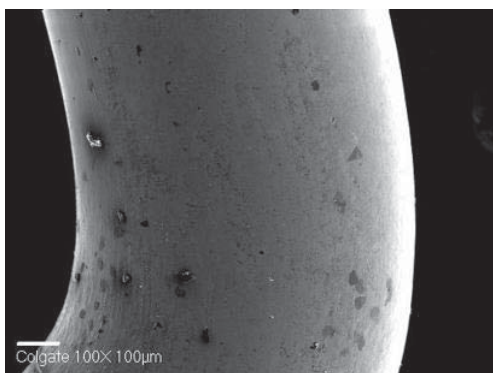
Astringosol Muestra 3 zona B



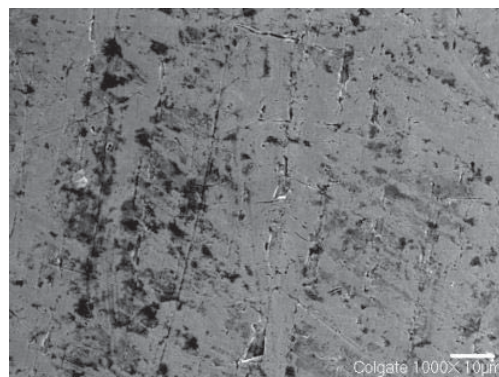
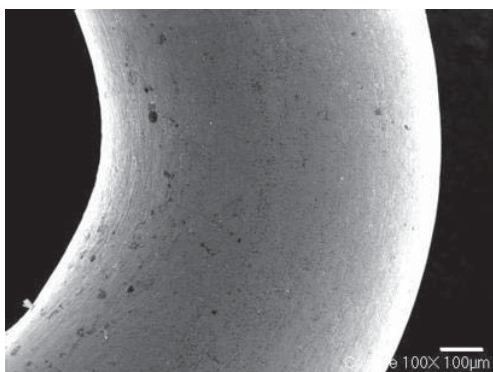
Colgate Muestra 1 zona B



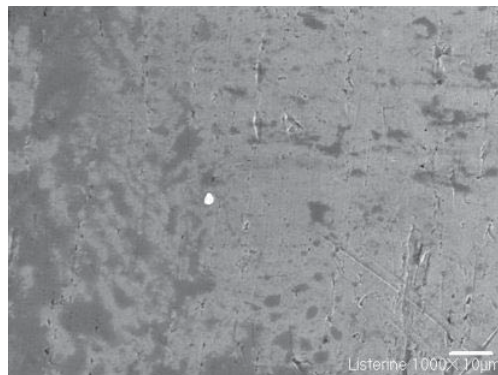
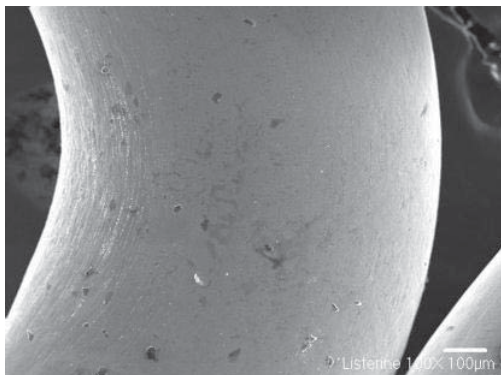
Colgate muestra 2 zona B



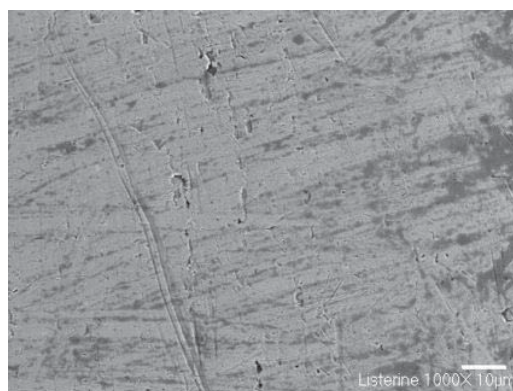
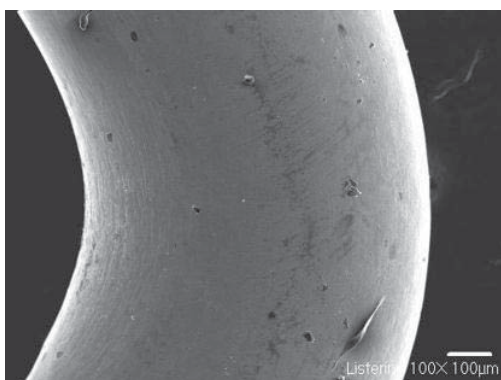
Colgate muestra 3 zona B



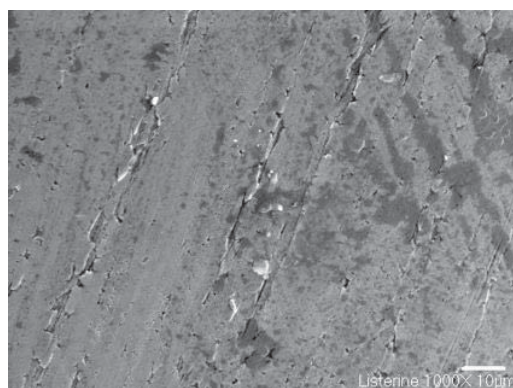
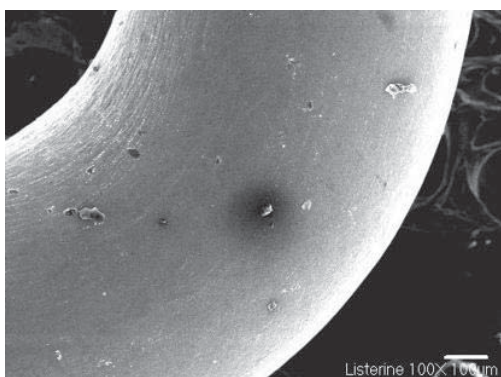
Listerine Muestra 1 zona B



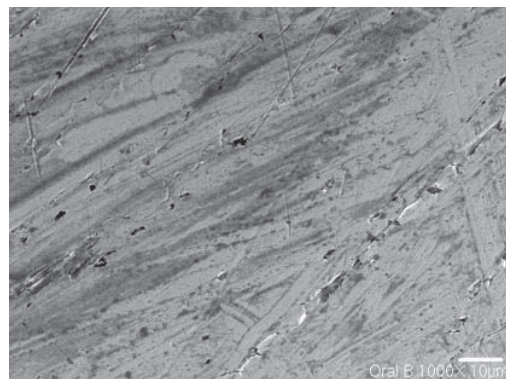
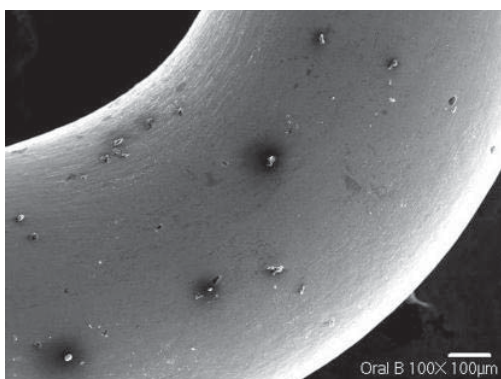
Listerine Muestra 2 zona B



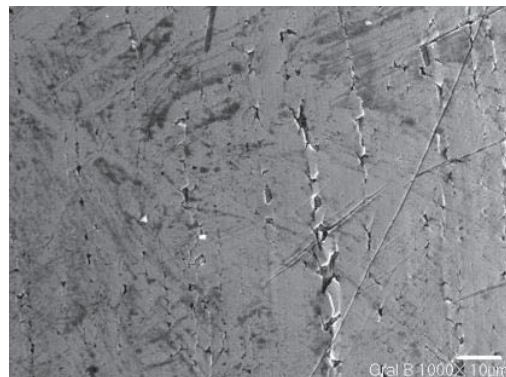
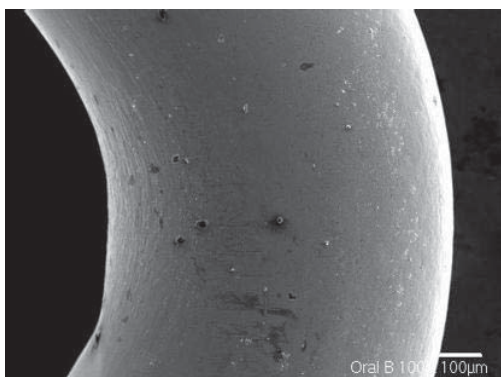
Listerine Muestra 3 zona B.



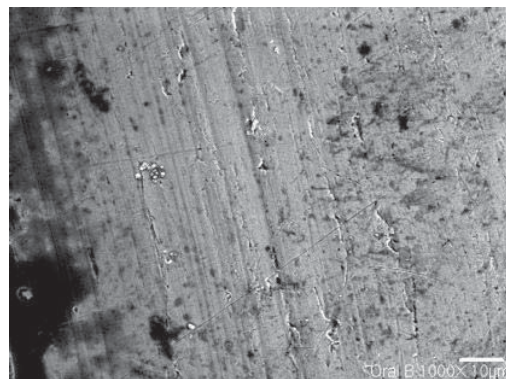
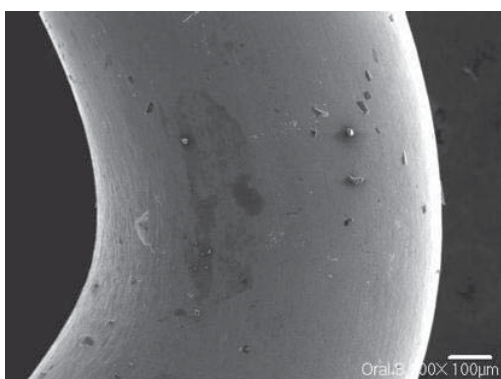
Oral B Muestra 1 zona B



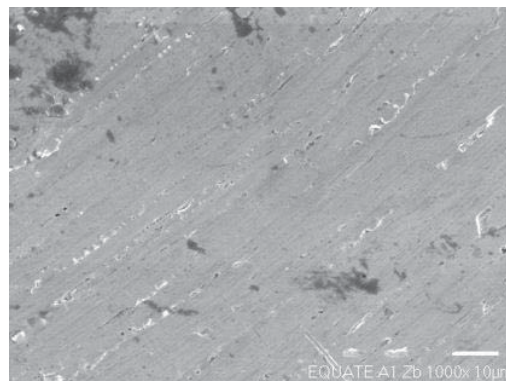
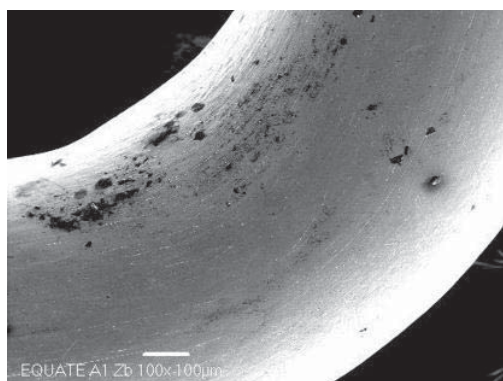
Oral B Muestra 2 zona B



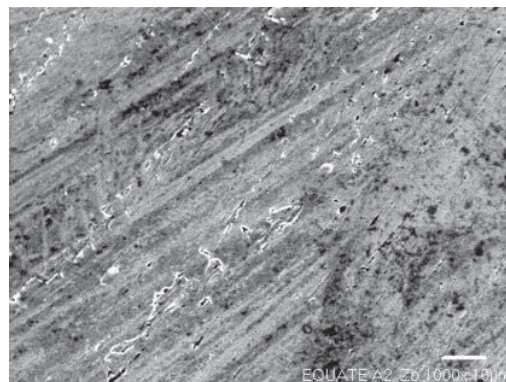
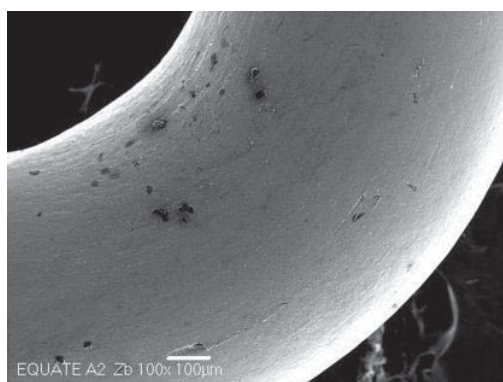
Oral B Muestra 3 zona B



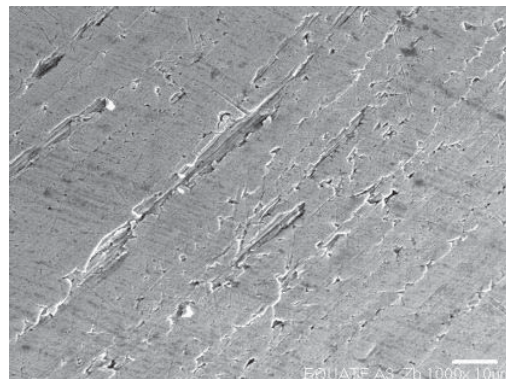
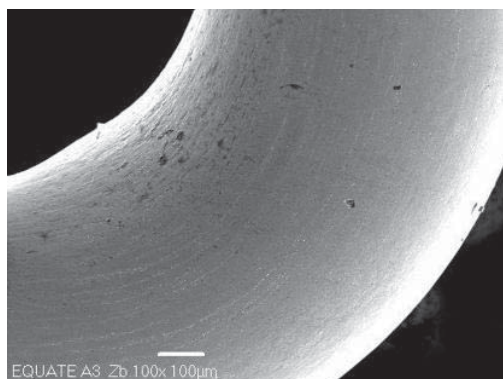
Equate Muestra 1 zona B



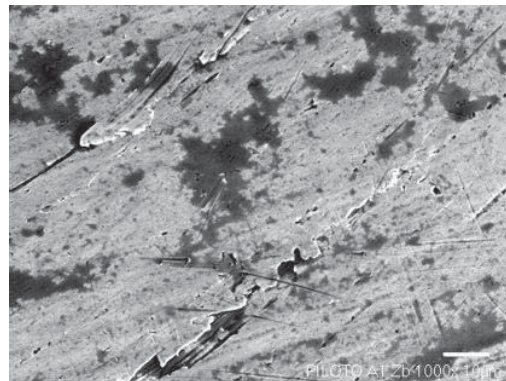
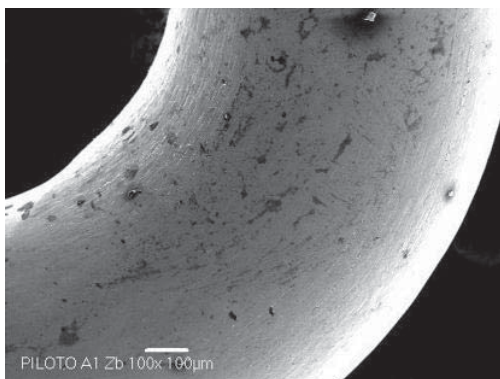
Equate Muestra 2 zona B



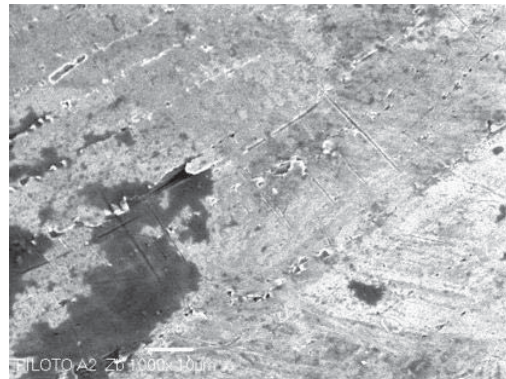
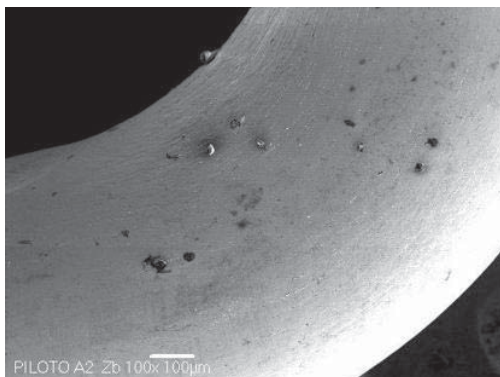
Equate Muestra 3 zona B



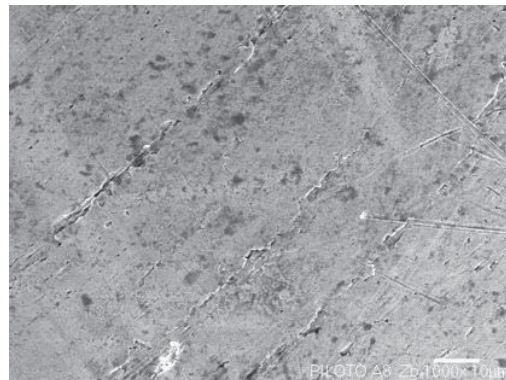
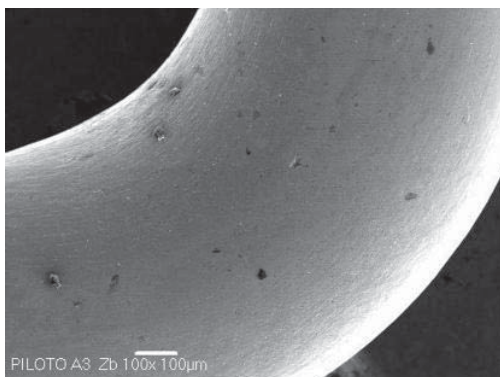
Control Muestra 1 zona B



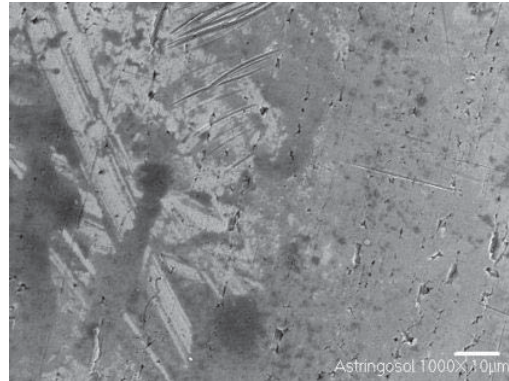
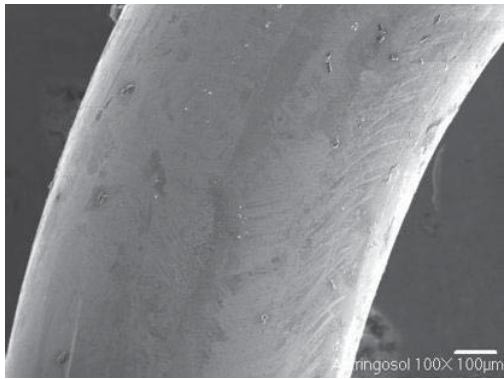
Control Muestra 2 zona B



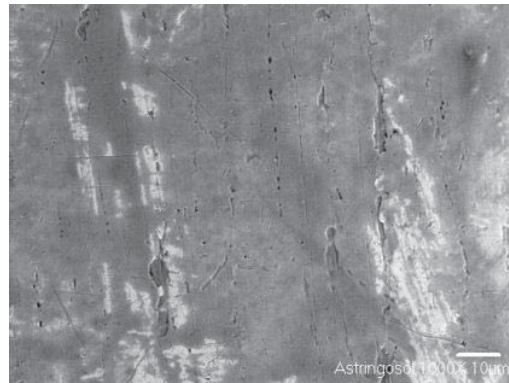
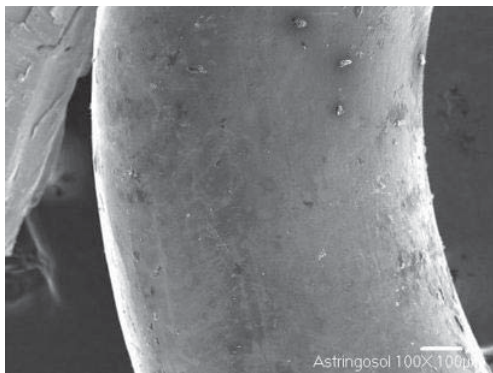
Control Muestra 3 zona B



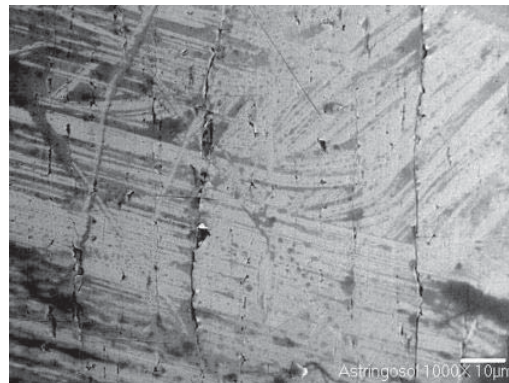
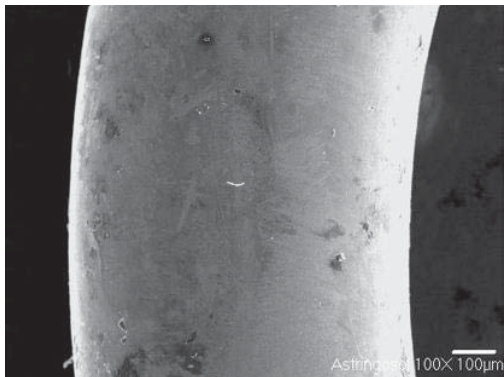
Astringosol muestra 1 zona C



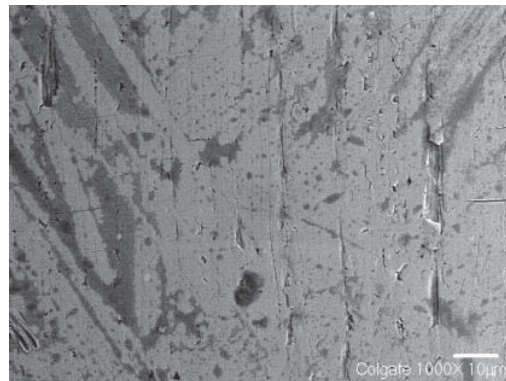
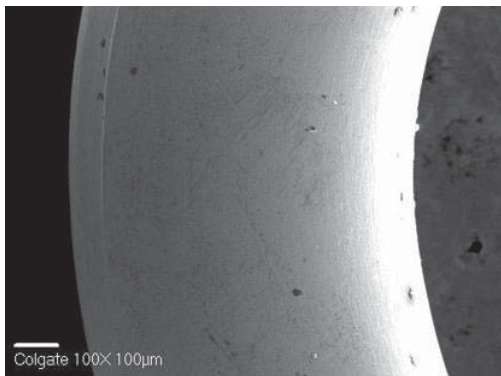
Astringosol Muestra 2 zona C



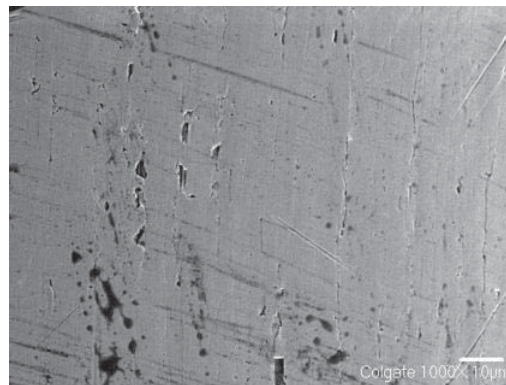
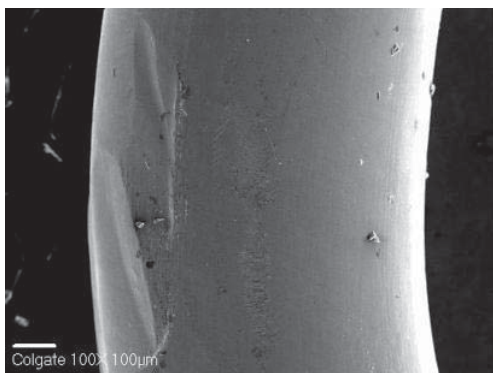
Astringosol Muestra 3 zona C



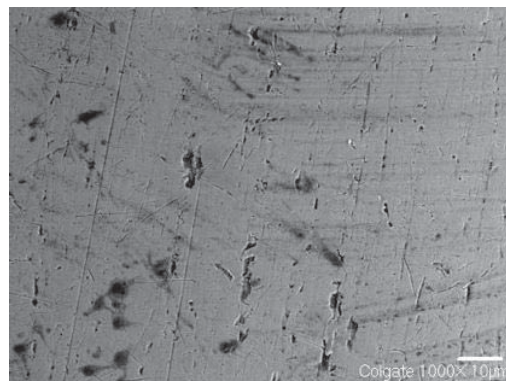
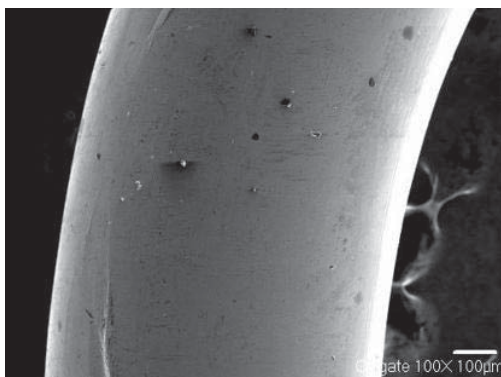
Colgate Muestra 1 zona C



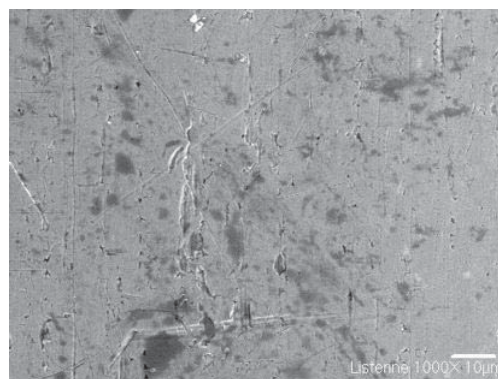
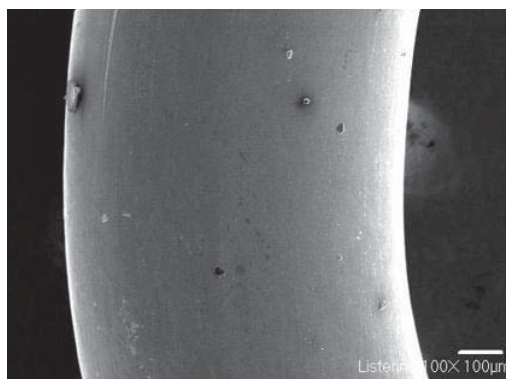
Colgate Muestra 2 zona C



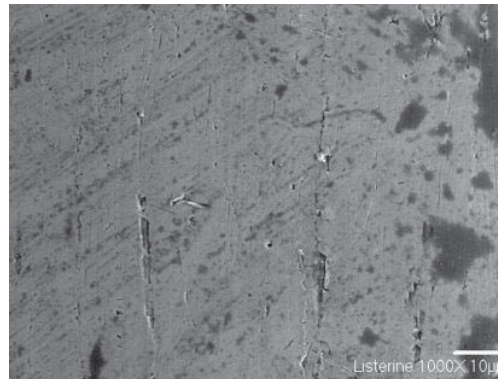
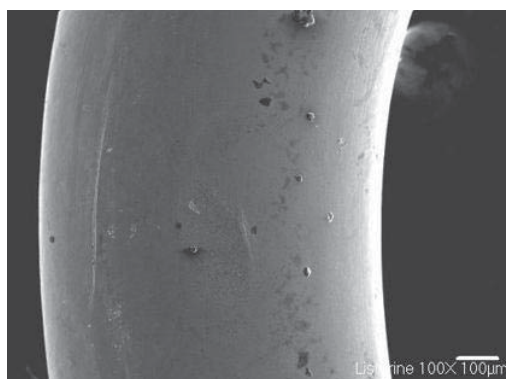
Colgate Muestra 3 zona C



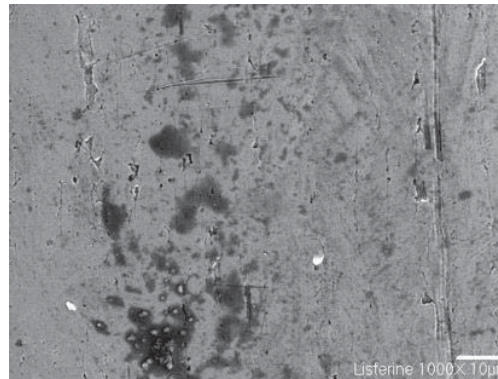
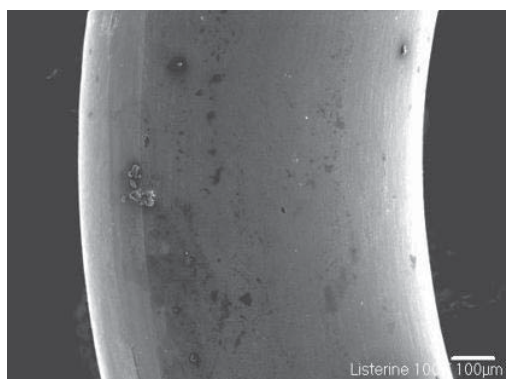
Listerine Muestra 1 zona C



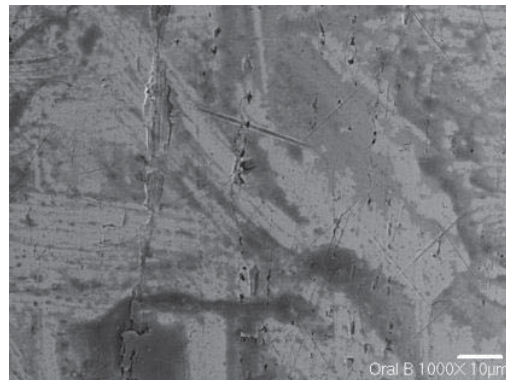
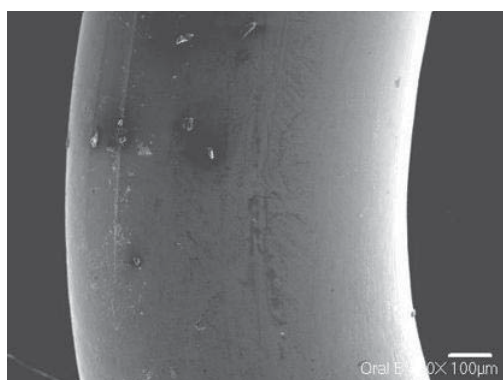
Listerine Muestra 2 zona C



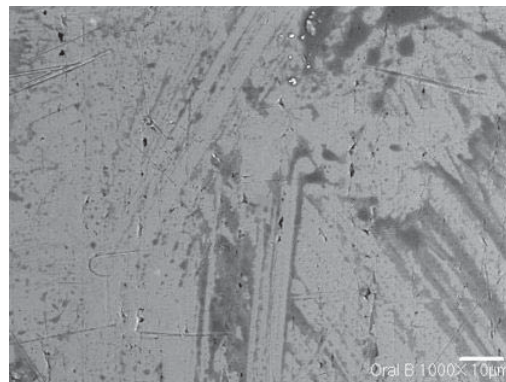
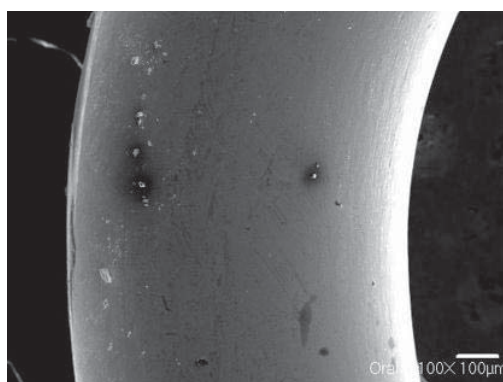
Listerine Muestra 3 zona C



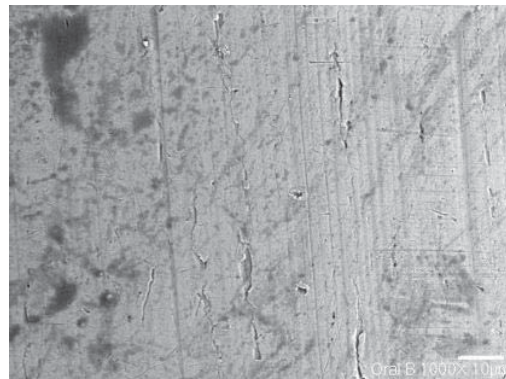
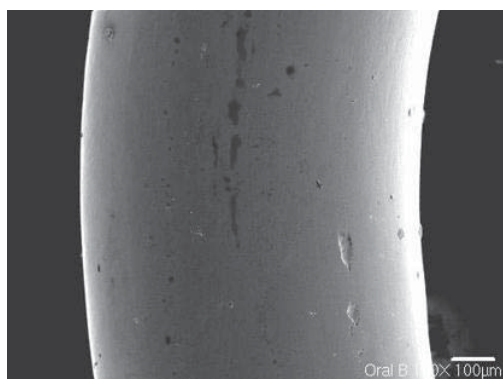
Oral B Muestra 1 zona C



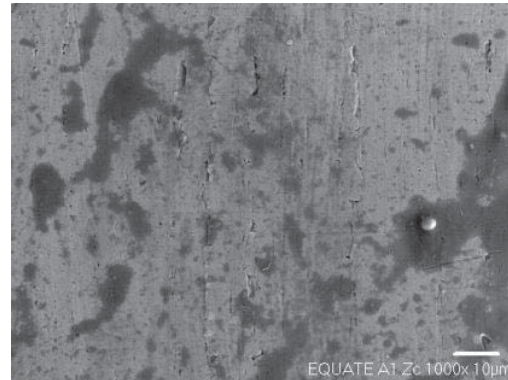
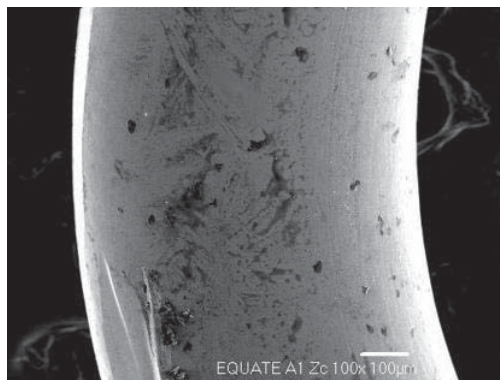
Oral B Muestra 2 zona C



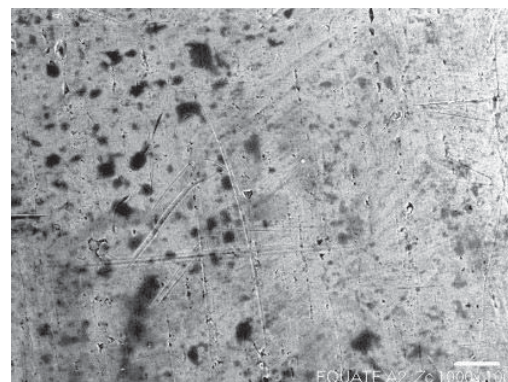
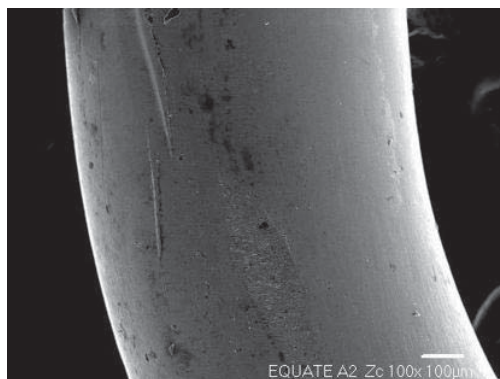
Oral B Muestra 3 zona C



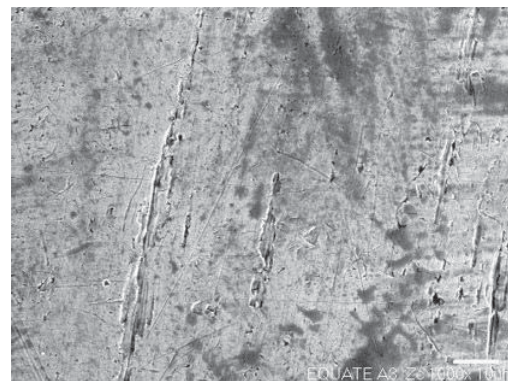
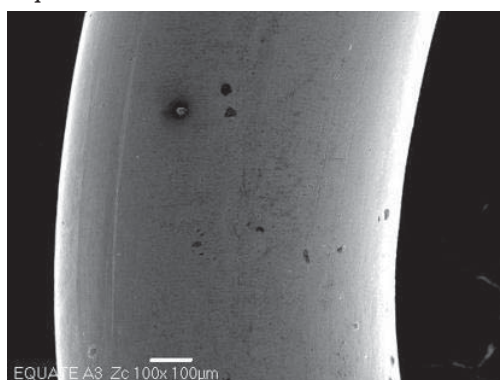
Equate Muestra 1 zona C



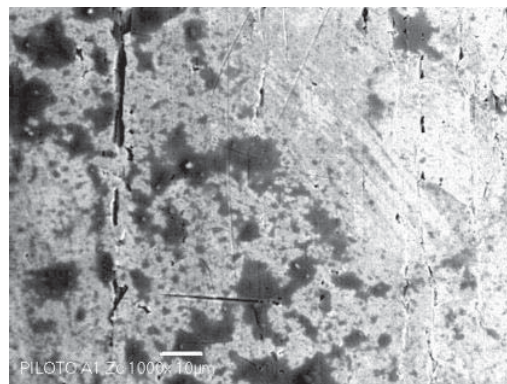
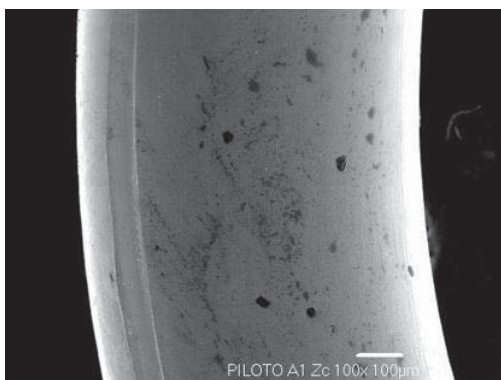
Equate Muestra 2 zona C



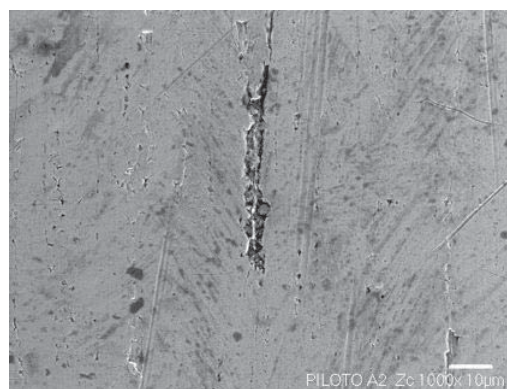
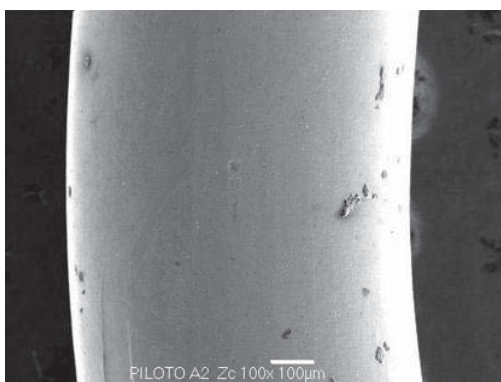
Equate Muestra 3 zona C



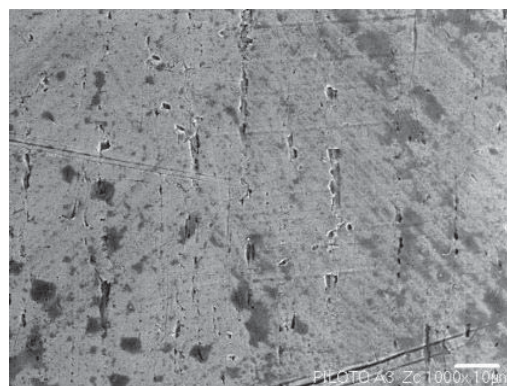
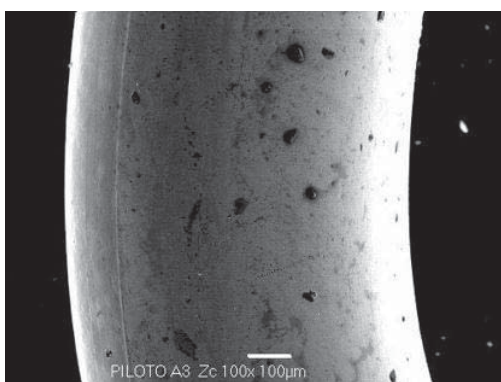
Control Muestra 1 zona C



Control Muestra 2 zona C



Control Muestra 3 zona C



9.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se calcularon medidas de tendencia central (media aritmética) y medidas de dispersión (desviación estándar) de los niveles de corrosión en comparación con el grupo control.

	Astrinsol		Colgate		Listerine		Oral B		Equate		Control	
Zona A	a 100x	a 1000x	100x	1000x	100x	1000x	100x	1000x	100x	1000x	100x	1000x
alambre 1	50	30	0	0	0	0	0	20	30	0	20	50
alambre 2	50	45	0	30	0	0	0	50	70	0	80	0
alambre 3	10	0	40	0	0	70	0	0	30	70	30	80
x ± s	36.66 ± 23.09	25 ± 22.91	13.33 ± 23.09	10 ± 17.32	0	23.33 ± 40.41	0	23.33 ± 25.16	43.33 ± 23.09	23.33 ± 40.42	43.33 ± 32.14	43.33 ± 40.41
Zona B	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x
alambre 1	30	85	0	10	0	0	45	20	65	15	80	40
alambre 2	20	40	35	20	10	0	0	40	35	10	45	10
alambre 3	50	0	0	40	35	65	30	15	0	55	30	25
x ± s	33.33 ± 15.27	41.66 ± 42.52	11.66 ± 20.20	23.33 ± 15.27	15 ± 18.02	21.66 ± 37.52	25 ± 22.91	25 ± 13.22	33.33 ± 32.53	26.66 ± 24.66	51.66 ± 25.65	25 ± 15
Zona C	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x	a 100x	a 1000x
alambre 1	0	80	10	50	10	40	30	15	70	30	80	50
alambre 2	80	70	10	50	30	5	10	0	15	45	70	50
alambre 3	85	85	10	50	40	30	40	50	10	75	80	60
x ± s	55 ± 47.69	78.33 ± 7.63	10 ± 0	50 ± 0	26.66 ± 15.27	25 ± 18.02	26.66 ± 15.27	21.66 ± 25.65	31.66 ± 32.29	50 ± 22.91	76.66 ± 5.77	53.33 ± 5.77

Tabla con Media y Desviación Estándar de corrosión, respecto del grupo blanco de las muestras de alambres de acuerdo a la zona analizada como a la sustancia química a la que fueron expuestos.

Sustancias.	Zona A	Zona B	Zona C
Químicas	a 1000x	1000x	1000x
Astringosol.	25 ± 22.91	41.66 ± 42.52	78.33 ± 7.63
Colgate.	10 ± 17.32	23.33 ± 15.27	50 ± 0
Listerine.	23.33 ± 40.41	21.66 ± 37.52	25 ± 18.02
Oral B.	23.33 ± 25.16	25 ± 13.22	21.66 ± 25.65
Equuate.	23.33 ± 40.42	26.66 ± 24.66	50 ± 22.91
Control.	43.33 ± 40.41	25 ± 15	53.33 ± 5.77

Se realizaron algunos Histogramas.

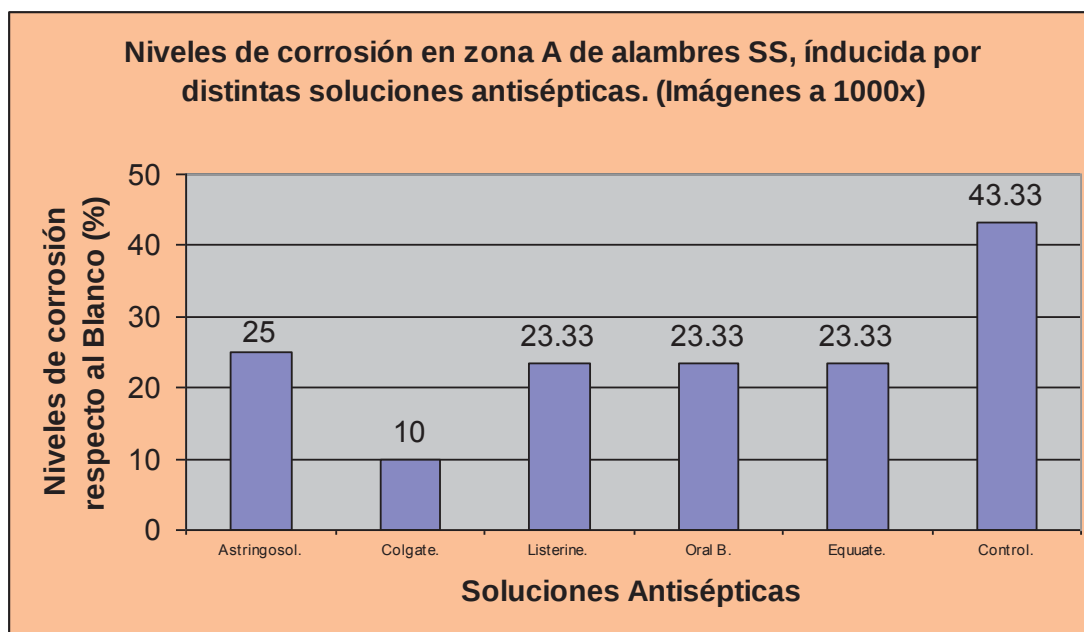


Fig. 17

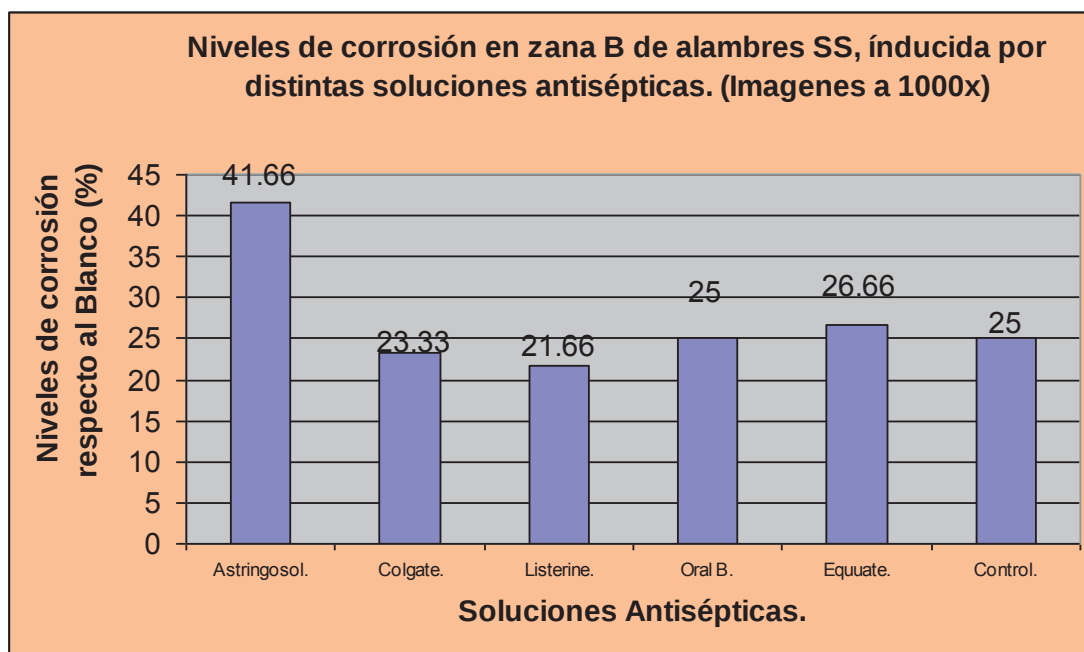


Fig. 18

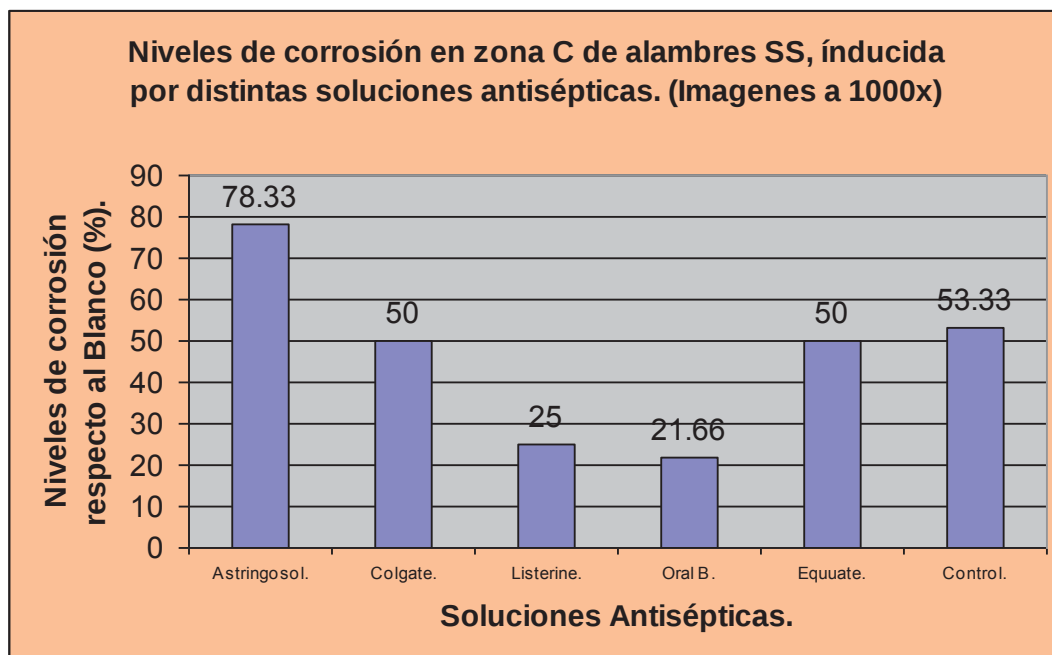
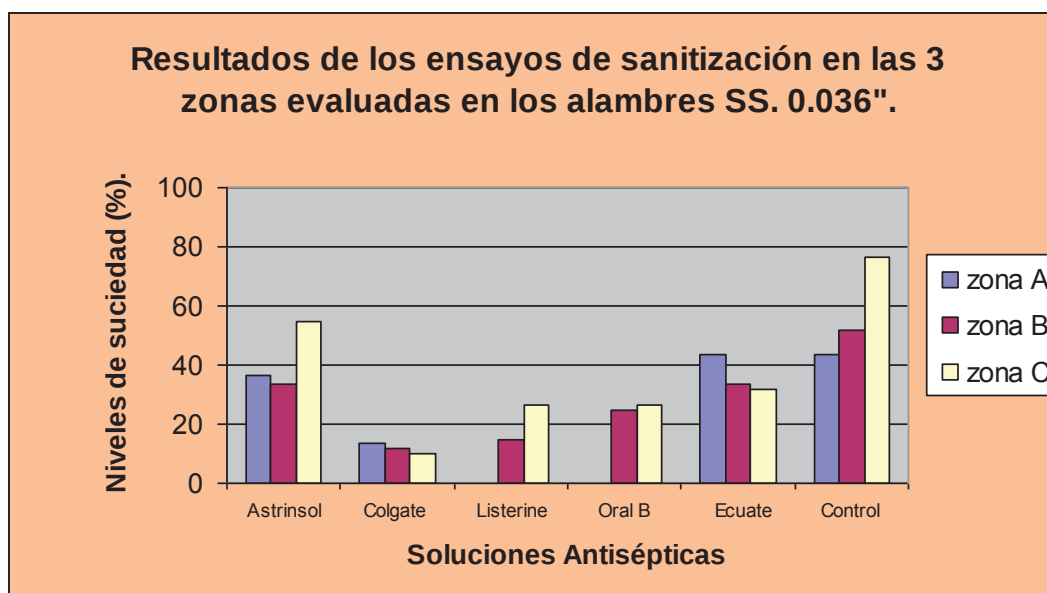


Fig. 19

Figura 20. Muestra los diferentes porcentajes de suciedad o acumulaciones de materia orgánica e inorgánica, sobre la superficie de los alambres después de estar en contacto con las diferentes sustancias químicas.



GRAFICA DE MICROANÁLISIS A 1000X EN ALAMBRE BLANCO.

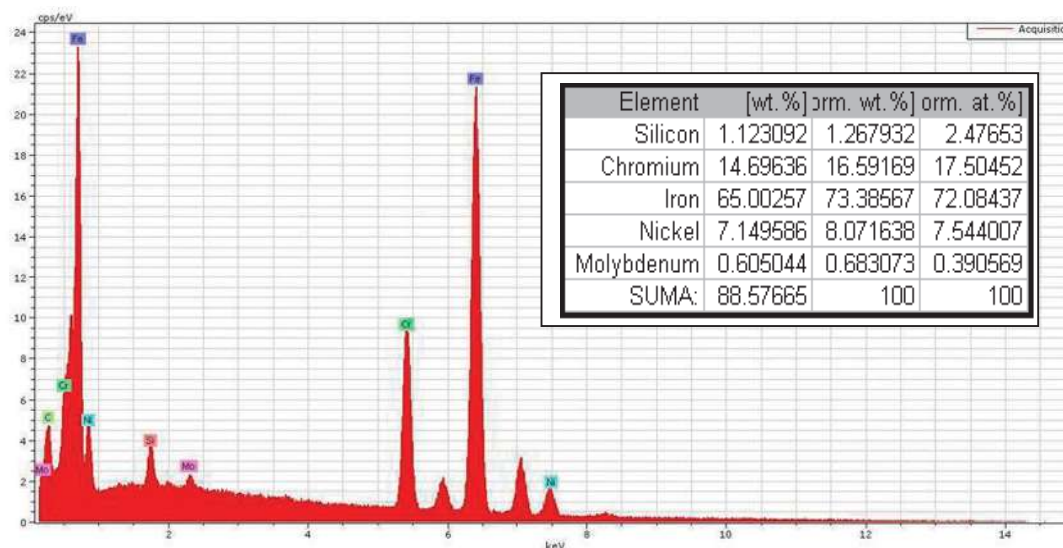


Fig. 21

GRÁFICAS DE LOS MICROANÁLISIS A 1000X EN ALAMBRE DESPUÉS DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO.

Astringosol

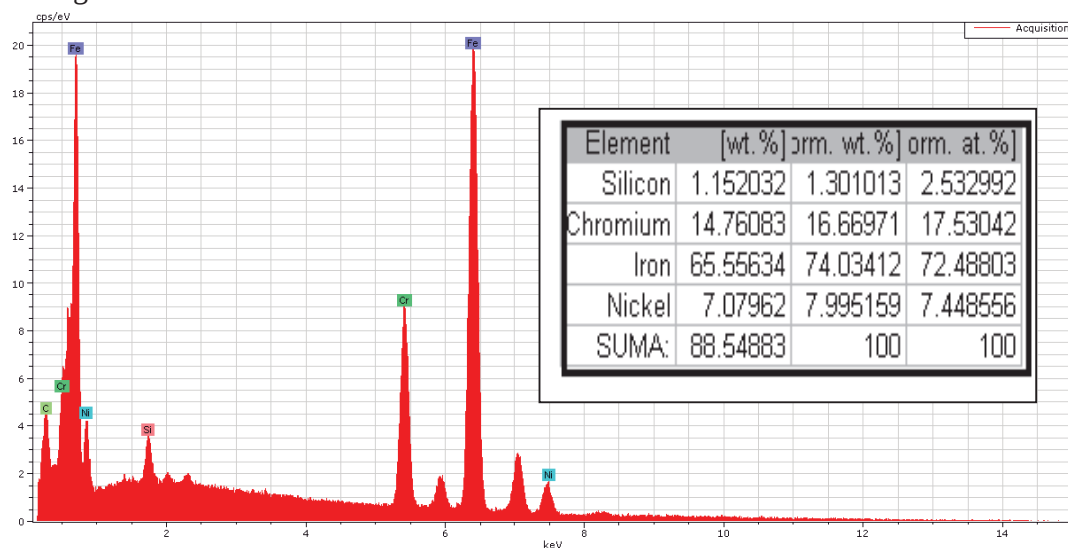


Fig. 22.

Colgate

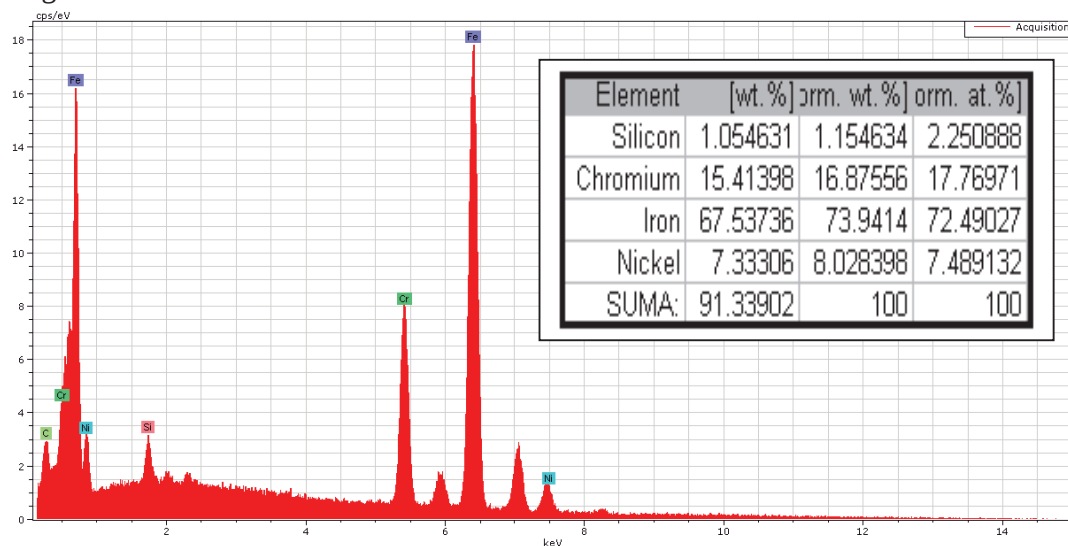


Fig. 23.

Listerine

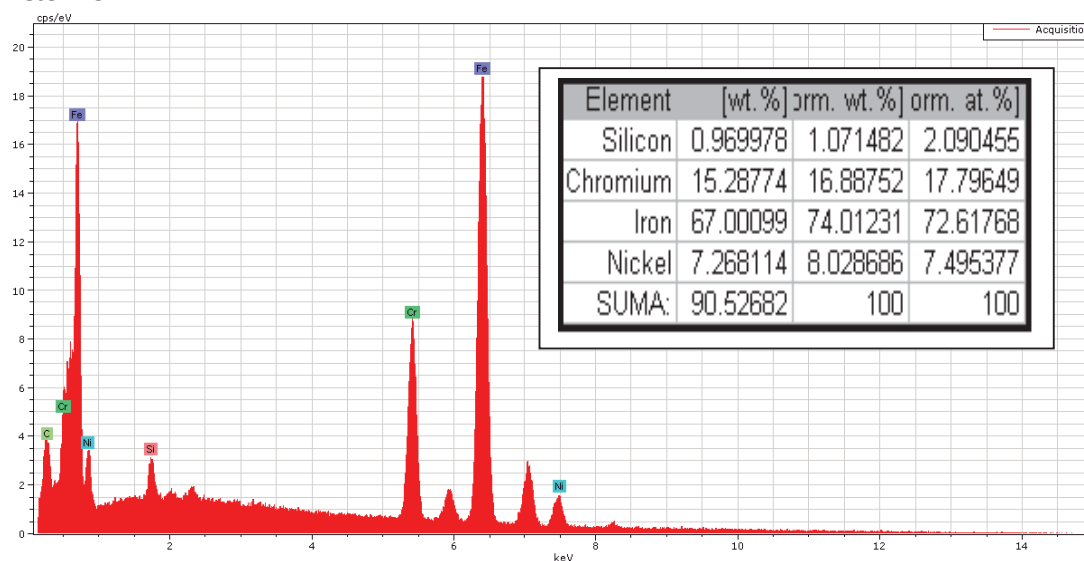


Fig. 24.

Oral B

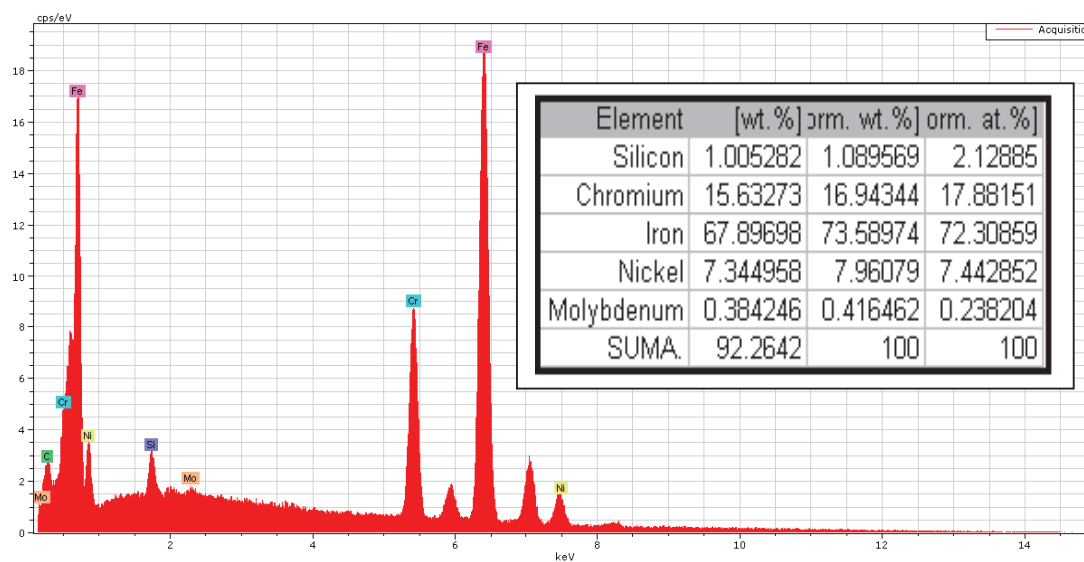


Fig. 25.

Equate.

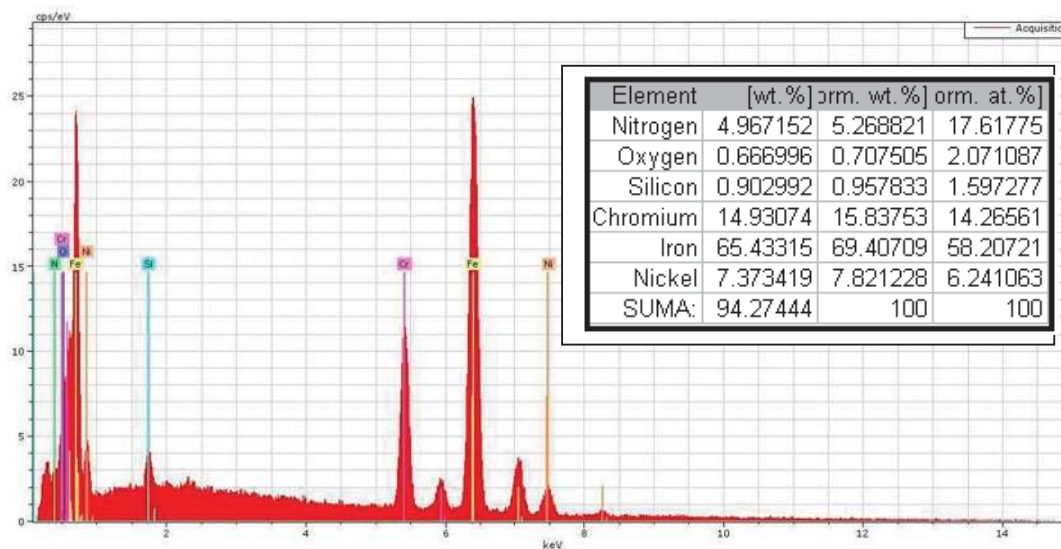


Fig. 26.

Control.

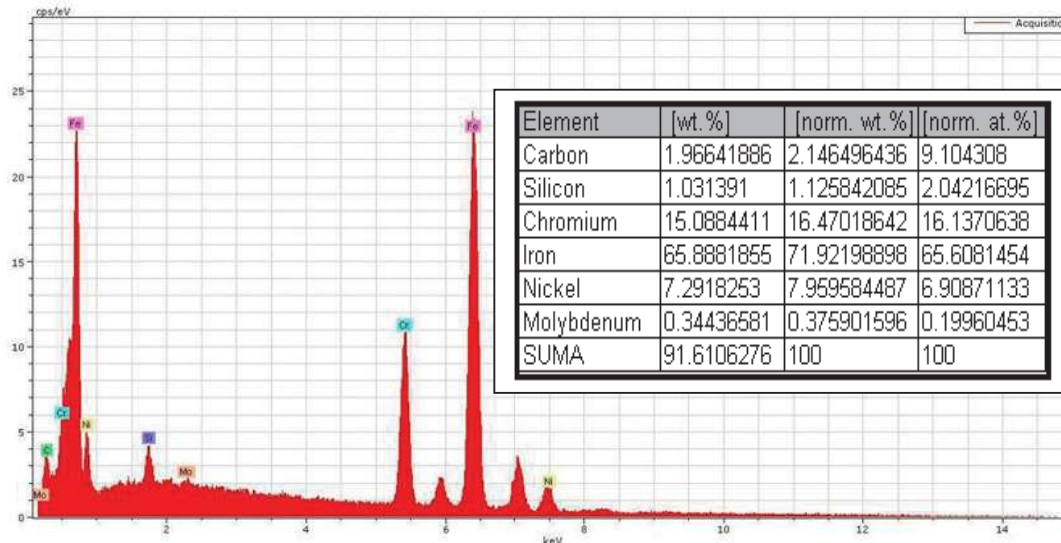


Fig. 27.

-Las siguientes figuras representan el %/w detectado por MEB de cada uno de los elementos químicos.

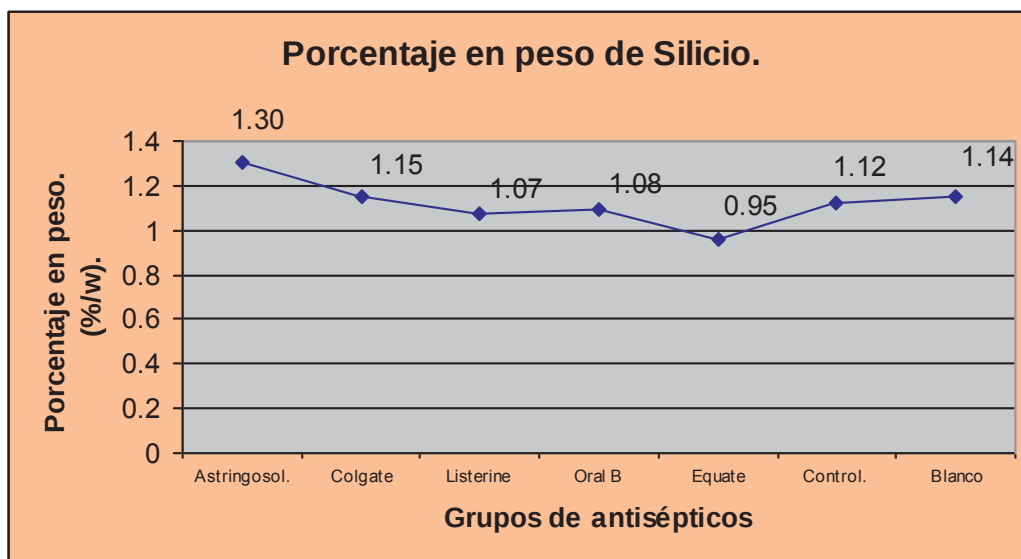


Figura 28. El % en peso de Silicio detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

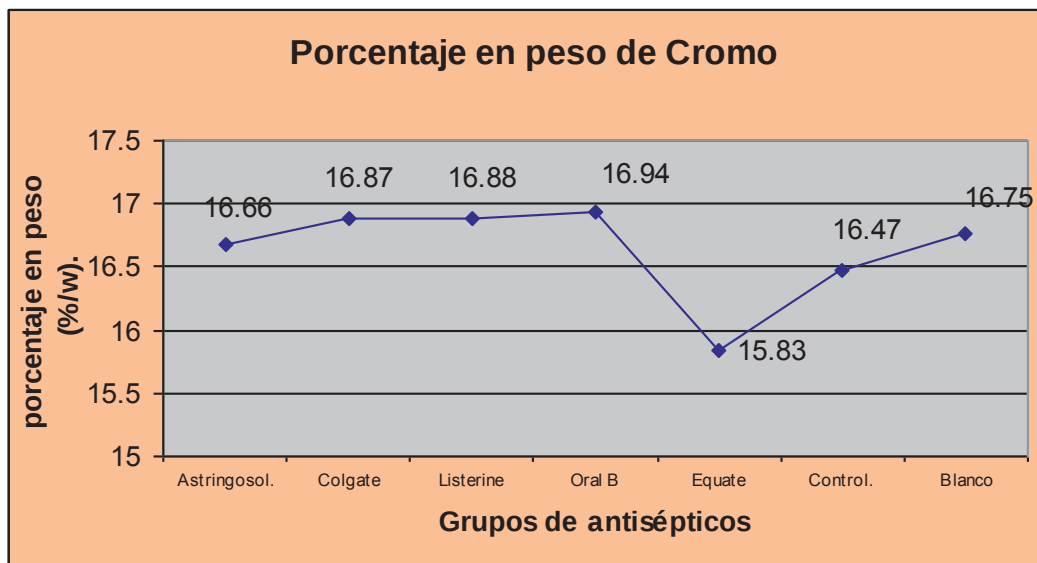


Figura 29. El % en peso de Cromo detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

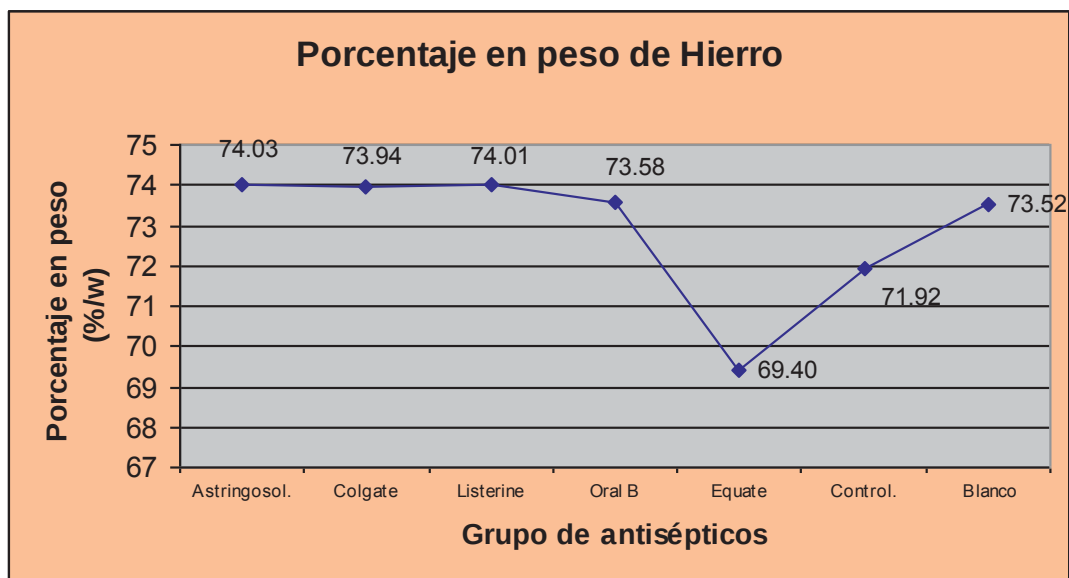


Figura 30. El % en peso de Hierro detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

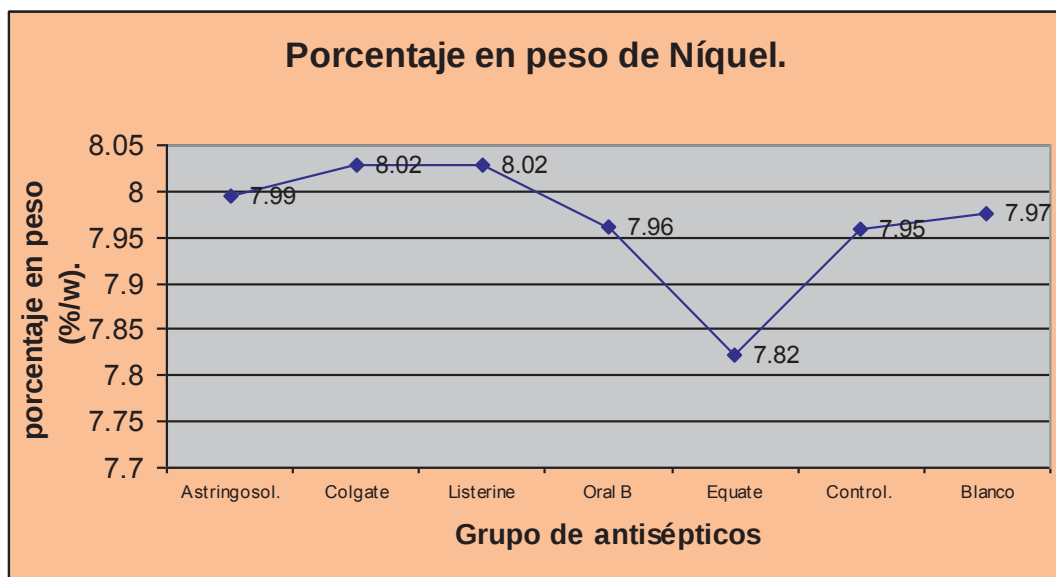


Figura 31. El % en peso de Níquel detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

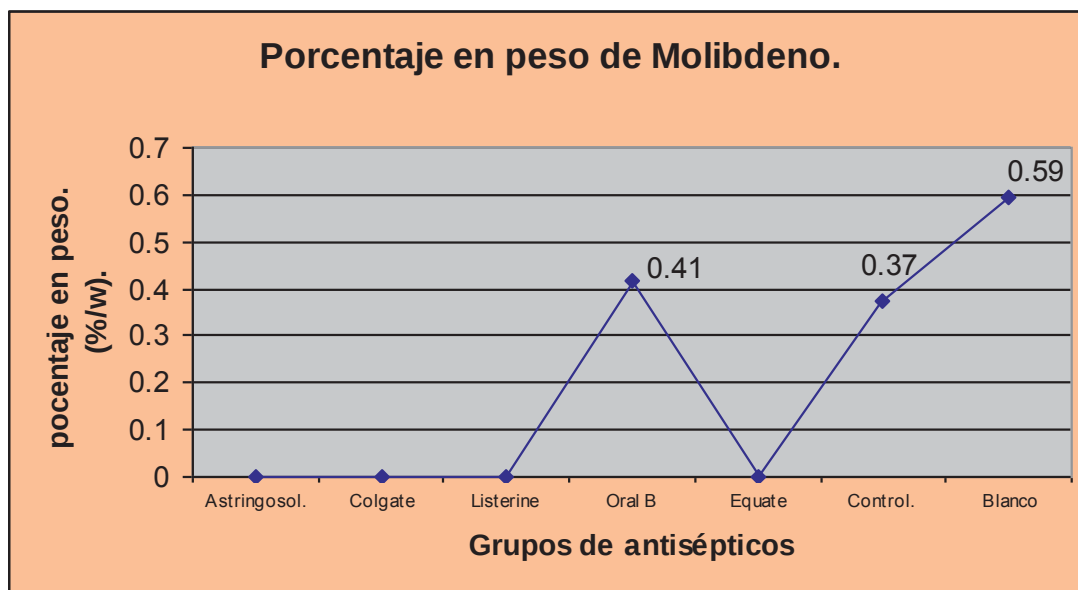


Figura 32. El % en peso de Molibdeno detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

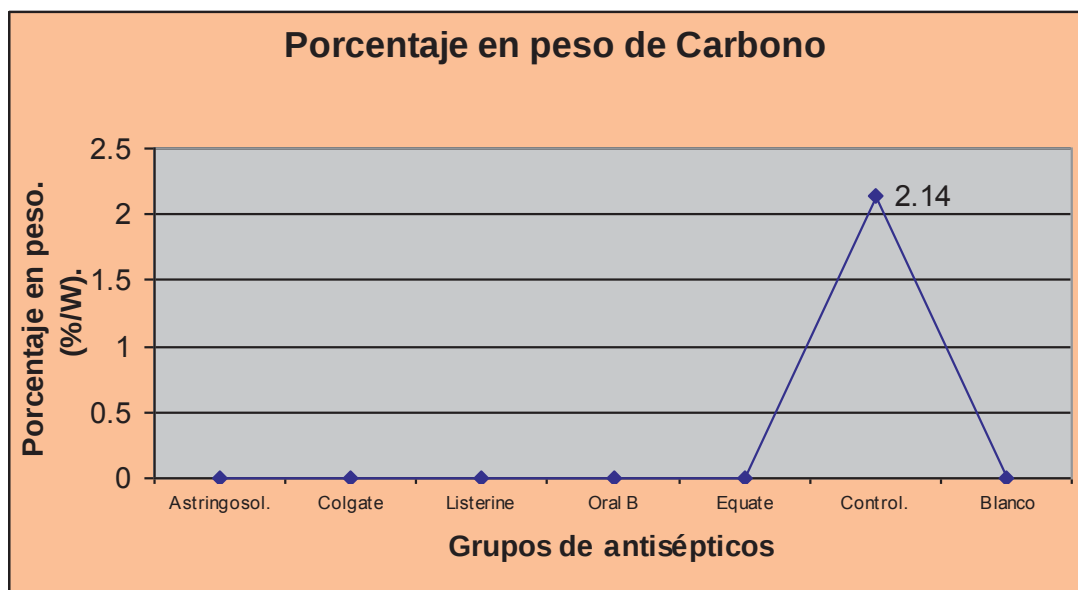


Figura 33. El % en peso de Carbono detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

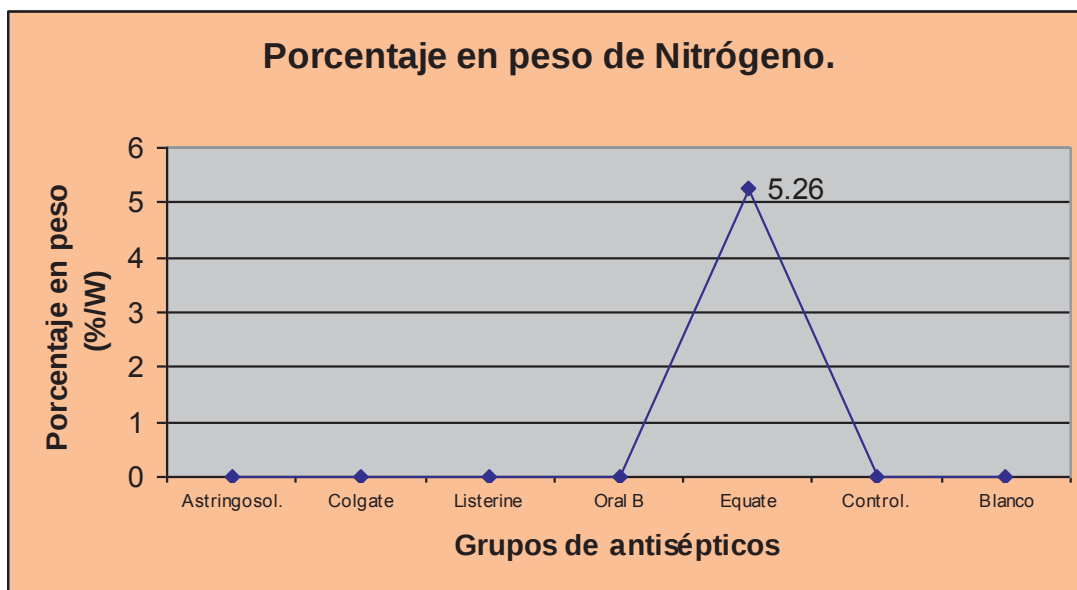


Figura 34. El % en peso de Nitrógeno detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

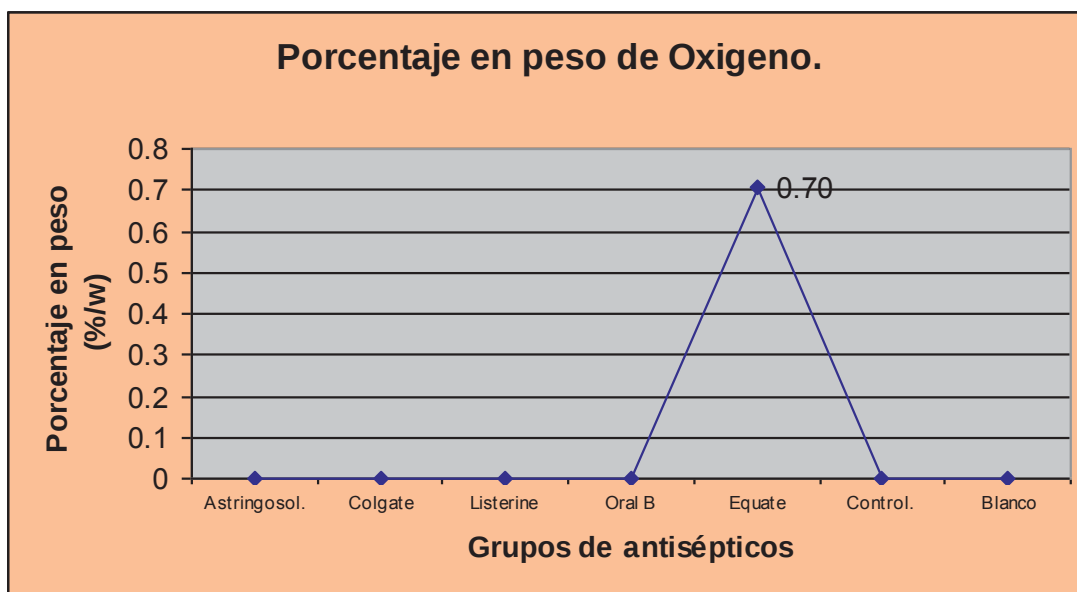


Figura 35. El % en peso de Oxígeno detectado por MEB en los alambres después de estar en contacto con los diferentes antisépticos bucodentales.

10. DISCUSIÓN.

En la práctica del especialista en ortodoncia es necesario recomendar la sanitización de la aparatología ortodóntica y ortopédica, con la finalidad de controlar la PDB y favorecer al buen aliento. Existen diversos estudios en donde han valorado los diferentes efectos y mecanismos de acción que produce cada uno de estos antisépticos sobre las diferentes estructuras en las que entra en contacto durante su uso (órganos dentarios, encía, lengua). Sin embargo, no se han reportado trabajos de investigación donde valoren el efecto de estas sustancias químicas sobre la superficie de los alambres de acero inoxidable que se utilizan en el diseño de aparatología ortopédica. Por lo tanto, la necesidad de realizar el presente trabajo de investigación el cual aportará conocimiento científico importante para comprender cual solución antiséptica aportará mejores propiedades de sanitización de los alambres SS, además de permitir valorar los efectos corrosivos sobre la superficie de estos alambres al estar en contacto directo con estas soluciones a través de ensayos de inmersión. La información resultante de este trabajo permitirá al especialista en ortodoncia recomendar el uso de aquel antiséptico bucodental que aporte la mejor sanitización de los aparatos, así como aquel que reporte los niveles de corrosión más bajos en el alambre.

➤ *Las imágenes obtenidas por MEB a una magnificación de 100x, fue la ideal para valorar la sanitización de cada uno de los alambres, debido a que aporta un área más amplia de la superficie del alambre para su análisis.*

- Al analizar las imágenes a magnificación de 100x, en las “**Zonas A**” se observó que los alambres SS que estuvieron inmersos en *Listerine* y *Oral B* no presentaron cúmulos de materiales o suciedad respecto del grupo blanco, mientras que los alambres sumergidos en el antiséptico *Equate* presentaron un 43.33% de restos de materia orgánica (saliva artificial) e inorgánica (sales del producto o sales provenientes de la saliva artificial), el grupo control también

presentó un 43.33% de esta materia orgánica e inorgánica sobre la superficie de los alambres, todo esto respecto al grupo blanco.

- Al analizar las imágenes a magnificación de 100x, en las **“Zonas B”** se obtuvieron los siguientes porcentajes: Los alambres sumergidos en Colgate presentaron un 11.66% de cúmulos de suciedad y Listerine un 15% respecto del grupo blanco, mientras que los alambres del grupo astringosol presentaron un 33.33%, Equate 33.33% y el grupo control 51.66% (inmersión en agua destilada), este último grupo obtuvo el nivel más alto de acumulación de suciedad en su superficie, respecto del grupo blanco.

- Al analizar las imágenes a magnificación de 100x, en las **“Zonas C”** se obtuvieron los siguientes porcentajes: Los inmersiónados en Colgate 10% de cúmulos de materiales o suciedad respecto del grupo Blanco, mientras que los alambres del grupo Astringosol 55% y el grupo control 76.66% (inmersión en agua destilada) obtuvieron los niveles más altos de acumulación de suciedad en su superficie, respecto del grupo Blanco.

➤ *Las imágenes obtenidas por MEB a una magnificación de 1000x, permitieron valorar el fenómeno de corrosión en cada uno de los alambres.*

- Al analizar las imágenes a magnificación de 1000x, en las **“Zonas A”** se observó que los alambres SS que estuvieron inmersos en antiséptico Colgate, obtuvieron el 10% de corrosión respecto al grupo Blanco, fue el nivel más bajo, mientras que el grupo control obtuvo 43.33% de corrosión respecto del grupo blanco, seguido de el grupo de Astringosol con 25%, siendo los niveles más altos de corrosión en la zona analizada, mientras que Listerine, Oral B y Equate presentaron 23.33% de corrosión respecto del grupo Blanco.

- Al analizar las imágenes a magnificación de 1000x, en las “**Zonas B**” se obtuvieron los siguientes porcentajes: Los inmersados en antisépticos Listerine 21.66% de corrosión respecto del grupo Blanco, siendo este el nivel mas bajo y los del grupo astringosol 41.66%, fue el que presentó los niveles mas altos de corrosión en su superficie respecto del grupo Blanco.

Al analizar las imágenes a magnificación de 100x, en las “**Zonas C**” se obtuvieron los siguientes porcentajes: Los inmersados en antisépticos Oral B 21.66% de corrosión respecto del grupo Blanco, siendo este el nivel mas bajo, mientras que el grupo astringosol 78.33% fue el que presento los niveles mas altos de corrosión en su superficie respecto del grupo Blanco, seguido de el grupo control con 53.33%.

En el microanálisis espectral obtenido por MEB permitió cuantificar el %/w de cada uno de los elementos que conforman la aleación de los alambres, los resultados obtenidos en este estudio son los siguientes: respecto a los niveles de **Cromo**, se detecto un 16.66% en los alambres sumergidos en Astringosol, un 16.87%, en los alambres sumergidos en Colgate y Listerine con un 16.88%, Oral B 16.94%, Equate 15.83%, control 16.47%. Siendo los alambres sumergidos en Oral B los que conservaron la mayor cantidad de Cromo.

Respecto a los niveles de **Níquel** se detecto un 8.02% en los alambres sumergidos en Listerine y Colgate, Astringosol 7.99%, Oral B 7.96%, Equate 7.82%, control 7.95%. Siendo los alambres que se sumergieron en Listerine y Colgate los que conservaron mayor cantidad de Níquel.

Respecto de los niveles de **Molibdeno** se detecto solo en el grupo de Oral B con un 0.41%, siendo incluso mayor que el grupo control 0.37%, debido a que el grupo blanco presentó 0.59%.

No podemos hacer una comparativa de este estudio con estudios anteriores debido a que, no se tienen estudios similares sobre la corrosión inducida en alambres de ortodoncia por antisépticos bucodentales, es debido a esto la importancia de realizar investigación científica, que aporte conocimiento nuevo y preciso sobre este tema tan importante para el ortodoncista, como para el dentista en general y para las diferentes casas comerciales, con nuestro aporte en esta investigación se podrán realizar investigaciones subsecuentes que sigan aportando información sobre, cómo mantener en optimas condiciones a los diferentes componentes de la aparatología ortopédica como ortodóncica para el desarrollo y mejoramiento de los diferentes antisépticos bucodentales para el uso clínico del ortodoncista.

11. CONCLUSIÓN.

- Las imágenes obtenidas por microscopia electrónica de barrido a una magnificación de 100x y 1000x, permitieron valorar la sanitización y corrosión inducida por diferentes antisépticos bucales en alambres SS 0.036" marca Dentaurem de uso en ortopedia funcional.
- En análisis de las imágenes a magnitud de 100x (MEB), el antiséptico buco dental Colgate es el que reporto los niveles más bajos de acumulaciones de materiales o suciedad, seguido de Listerine y Oral B. El antiséptico Astringosol presento los niveles más altos de cúmulos de materiales y suciedad, seguido de Equate.
- Mediante este análisis se obtuvo que dentro de la zona A el antiséptico que causa menos corrosión sobre la superficie del alambre es Colgate (10 ± 17.32), mientras que en la zona B es Listerine (21.66 ± 37.52) y en la zona C es Oral B (21.66 ± 25.65).
- En cuanto al microanálisis espectral de elementos, el antiséptico Oral B fue el que conserva mejor las propiedades del alambre SS 0.036" marca Dentaurem, debido a que el Cromo y el Molibdeno son los elementos que dan la característica de inoxidable al acero.
- Se propone a la solución antiséptica Oral B como la mejor opción para la sanitización de la aparatología ortopédica, según los resultados obtenidos durante el presente estudio de investigación.

12. Bibliografía.

- 1.- ¿Por qué a veces se rompen los alambres de los aparatos de ortopedia maxilar?, Friedrich Sernetz, revista Quintessence. Vol 16, Num 5. Mayo 2005
- 2.- Evaluación del Efecto de Períodos De inmersión en la Saliva Artificial sobre la rugosidad de Superficial de Tres Tipos de Cables de Arco ortodontico. Del Departamento de Pedod, orthod, y Colegio de Odontología de Prev de Odontología, Universidad de Mosul del dr. Zaid S Tawfek y Khudair A Al – Jumaili, Al – Rafidain Dent JVol. 8, No1, 2008
- 3.- METALLOGRAPHY AND YOU. II. SURFACE ANALYSIS, The surface of your attachments influences their corrosion susceptibility, appearance, friction as well as your patient's health. Claude G. Matasa, Dr. Chem. Eng., Dr. Techn. The orthodontic materials insider. December 1998, Vol. 11, No. 4
- 4.- Una Revisión Sobre La Corrosión De Los Metales En Ortodoncia T.P. Chaturvedi, BDS, MDS, January, 2008 [HTML] de orthocj.com
- 5.- Romero H.M., Hernández Y. MODIFICACIONES DEL pH Y FLUJO SALIVAL CON EL USO DE APARATOLOGÍA FUNCIONAL TIPO BIMLER. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría "Ortodoncia.ws edición electrónica Marzo 2009. Obtenible en: www.ortodoncia.ws.
- 6.- Dra. Elkis Weinhold, Msc. Gladys Velasco, Dra. Elkis Weinhold LIBERACION DE IONES METALICOS EN EL MEDIO BUCAL POR FENOMENOS DE CORROSION DE ALEACIONES. Aspectos teóricos. pp. 5, 7-11.

- 7.- Una Revisión Sobre La Corrosión De Los Metales En Ortodoncia T.P. Chaturvedi, BDS, MDS, January, 2008 [HTML] de orthocj.com
- 8.- Corrosión y Fatiga, Borja Martínez Vázquez, 2010, materiales.wikispaces.com/file/view/Corrosión+con+fatiga.doc
- 9.- Kehl, George; Fundamentos de la practica metalográfica. pp. 1
- 10.- Mario Grágeda Zegarra y Susana Montesinos. APLICACIONES DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (SEM) Y ANALISIS DE FRACTURA DE UNA ALEACIÓN DE Cu – 10 Al.
- 11.- Tesis, Comparación de corrosión en arcos rectangulares níquel titanio termo activados de 5 diferentes marcas comerciales, Dr. Hugo Antonio Pérez Campos Rodríguez, Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación Ortodoncia Morelia, Michoacán, México 2009.
- 12- ensayo de corrosión in Vitro en arcos Níquel- Titanio, Dra. Daniela Roxana Romo Garay. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México 2009.
- 13.- Adrián Inchaurreza Zabala, aceros inoxidable y aceros resistentes al calor, editorial limusa, México, primera edición 1981, pp 227-234.
- 14.- BASCONES A*, MORANTE S**, Antisépticos orales. Revisión de la literatura y perspectiva actual, Avances en Periodoncia v.18 n.1 Madrid abr. 2006. pp. 1-15.

15.- Méndez G.M., Vargas P. M de la L., Mejía G. I. CARACTERIZACIÓN METALOGRAFICA DE ALAMBRES TERMOACTIVADOS Ni-Ti DE MARCAS COMERCIALES PARA APLICACIONES ORTODONTICAS. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria "Ortodoncia.ws edición electrónica Marzo 2009. Obtenible en: www.ortodoncia.ws. Consultada,12/ene/11.

16.- Isabella Silva Vieira Marques; Adriana M.Araujo; Julio A.Gurgel ; David Normando Debris, Roughness and Friction of Stainless Steel Archwires Following Clinical Use Angle Orthodontics 2010;80(3):521-527.

17.- Rodríguez García Luis H., Alcántar Pedraza José Luis., Marcuschamer Miller Alejandro. EVALUACIÓN MICROSCÓPICA DE LA SUPERFICIE DE ALAMBRES ORTODONTICOS EXPUESTOS A DIFERENTES PERIODOS DEL MEDIO BUCAL. Ortodoncia Actual 2010;3(11):28-33.