

311  
1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DETERMINACION DEL pH DE CEMENTOS  
DENTALES A DIFERENTES TIEMPOS

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
CIRUJANO DENTISTA  
P R E S E N T A N :  
EMMA VERA ESPINOZA  
MARIA DEL ROSARIO PANIAGUA VAZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: C.D.J. PAULINA RAMIREZ ORTEGA  
ASESORES: O.F.B. MA. DEL CARMEN SANSON ORTEGA  
DR. FEDERICO H. BARCELO SANTANA



MEXICO, D. F.

1997.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A la Universidad Nacional Autónoma de México:**

**Un eterno agradecimiento por dejarnos formar parte de esta gran familia universitaria.**

**A la Facultad de Odontología y a todos los que laboran en ella, gracias por transmitirnos sus conocimientos.**

**Un agradecimiento especial a todo el personal que labora en el Laboratorio de Materiales Dentales y a la Facultad de Química por el apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo.**

**A nuestra Directora de tesis:**

**Dra. Paulina Ramírez, por estar siempre dispuesta ayudarnos para la mejor realización de este proyecto. Mil Gracias.**

**A la Q.F.B. Carmen Sansón:**

**Por su apoyo incondicional para la elaboración de esta tesis. Gracias.**

**Al Dr. Federico Barceló:**

**Le agradecemos su colaboración en la realización de este trabajo y por el apoyo que siempre nos ha brindado.**

**A mi Padre:**

**Con amor y respeto, por que gracias a él logre obtener el Titulo que siempre anhele.**

**A mi Madre (t):**

**Espero donde te encuentres te llenes de alegría y que Dios te bendiga. Siempre te recuerdo con mucho amor.**

**Isabel, Zenaida, Enrique, Helia, Alicia, Estela, Margarito y Javier. Por haber crecido juntos y seguir unidos a pesar de todo, por sus consejos y empuje en todo momento. Los quiero mucho hermanos.**

**A mi hijos Alba y Víctor, testigos de los grandes sacrificios que realizamos para salir adelante y que ésto sea para ustedes un ejemplo a seguir.**

**A mi compañero por su confianza, apoyo y amor que tuvo para mi. Gracias Víctor Manuel.**

**A mis amigos, compañeros y profesores que estuvieron apoyándome aún en momentos difíciles, nunca los olvidare ya que ustedes contribuyeron a que terminara mis estudios.**

**EMMA**

**A mis padres:**

**Por que gracias a su dedicación y cariño me han impulsado para lograr esta meta.**

**A mis hermanos:**

**Por creer en mí y apoyarme tanto moralmente como económicamente en todo momento. Gracias por la ayuda en la realización de esta tesis**

**A todas aquellas personas que de distinta manera contribuyeron para que este trabajo fuera posible. ! Mil Gracias !**

**Gracias a todos mis compañeros y pacientes por su confianza.**

**ROSARIO**

## RESUMEN

Existen materiales de cementación capaces de irritar la pulpa dental debido a la acidez que presentan durante y después de su reacción de fraguado. Por lo que es importante conocer los diferentes cambios de acidez que presentan a los 5, 10, 20, 60, 1440 y 2880 min. después de iniciada la mezcla y determinar el contenido de ácido en los líquidos respectivos de cada cemento.

Se utilizaron 6 agentes cementantes, un potenciómetro y un electrodo combinado para medir pH.

La mezcla del cemento a probar se colocó en un recipiente de polipropileno con 20 ml de agua desionizada y se procedió a tomar la lectura de pH a los 5 y 10 min. Se realizó otra mezcla, la cual se llevó a un ambiente de  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $95 \pm 5\%$  de humedad relativa; ya fraguada la mezcla se tomó la lectura de pH correspondiente. Todas las determinaciones se realizaron por quintuplicado para cada tiempo.

Para determinar el contenido de ácido en los líquidos se llevó a cabo una Titulación con NaOH al 0.89 mol/L y para el polvo

(AquaCam) de 0.1 mol/L. Estas determinaciones se realizaron por triplicado.

Desviación estándar, intervalo de confianza y precisión en la medida fueron aplicados a los resultados.

Los resultados de pH inicial reportaron una acidez considerable para los 6 agentes cementantes y aún a los 2880 min. registraron un pH ácido ( $\text{pH} = \pm 5.8$ ), siendo el Policarboxilato PCA el que registro un pH neutro a los 60 min.

(AquaCem) de 0.1 mol/L. Estas determinaciones se realizaron por triplicado.

Desviación estándar, intervalo de confianza y precisión en la medida fueron aplicados a los resultados.

Los resultados de pH inicial reportaron una acidez considerable para los 6 agentes cementantes y aún a los 2880 min. registraron un pH ácido ( $\text{pH} = \pm 5.8$ ), siendo el Policarboxilato PCA el que registro un pH neutro a los 60 min.



# Í N D I C E

	<u>PÁGINA.</u>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. GENERALIDADES.</b>	
1.1. CONCEPTO DE pH .....	3
1.2. IMPORTANCIA DEL pH EN LOS CEMENTOS DENTALES ....	5
<b>CAPÍTULO II: AGENTES CEMENTANTES VALORADOS EN ESTE ESTUDIO.</b>	
2.1. FOSFATO DE ZINC .....	8
2.2. POLICARBOXILATO DE ZINC .....	13
2.3. IONÓMERO DE VIDRIO .....	18
<b>CAPÍTULO III: ANTECEDENTES DE LA RESPUESTA BIOLÓGICA DEL TEJIDO DENTAL EN RELACIÓN CON EL pH DE LOS CEMENTOS DENTALES.</b>	
3.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	26

## **CAPÍTULO IV: INVESTIGACIÓN.**

<b>4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3. HIPÓTESIS</b> .....	<b>33</b>
<b>4.4. OBJETIVOS</b> .....	<b>33</b>
<b>4.5. MATERIALES</b> .....	<b>35</b>
<b>4.6. METODOLOGÍA</b> .....	<b>38</b>
<b>4.7. RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
<b>4.8. DISCUSIÓN</b> .....	<b>58</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>63</b>

## **INTRODUCCIÓN**

Los cementos dentales son indispensables en la práctica odontológica debido a su amplia aplicación clínica, entre los que se encuentran los agentes cementantes, sin los cuales no se podría adherir la restauración a la estructura dental.

Existen materiales de cementación capaces de irritar la pulpa dental cuando son colocados directamente en dentina expuesta de una preparación cavitaria recién tallada o sin una protección adecuada para la pulpa, pudiendo provocar desde una sensibilidad postoperatoria hasta una necrosis pulpar debido a la acidez que presentan algunos de estos materiales durante y después de su reacción de fraguado.

La mayoría de los cementos se presentan comercialmente bajo la forma de polvo y líquido, los cuales al mezclarse dan origen a una reacción química ácido-base, debido a que los líquidos de éstos contienen en su fórmula un ácido, dando como resultado una mezcla con un pH inicial muy bajo (pH = 2, aproximadamente) el cual persiste aún en el momento en que el agente cementante entra en contacto con la estructura dental

y se va incrementando paulatinamente hasta alcanzar su neutralidad en un lapso de 24 a 48 horas aproximadamente.

Por lo antes expuesto, consideramos de suma importancia conocer los diferentes cambios en la acidez (pH) que presentan durante y después de su fraguado los agentes cementantes más utilizados clínicamente; así como también el contenido de ácido en los líquidos respectivos de cada cemento (es decir, del ácido fosfórico o poliacrílico), para inferir su potencial irritativo y de esta manera proteger adecuadamente la estructura dental antes de la cementación y obtener un resultado óptimo en la reconstrucción dental final conservando los dientes vitales en buen estado.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 CONCEPTO DE pH.

Comercialmente, la mayoría de los cementos dentales se presentan bajo la forma de polvo y líquido que fraguan por medio de una reacción química ácido-base al realizar la mezcla de ambos componentes. (24)

La reacción de un ácido con una base se lleva a cabo generalmente en un medio acuoso. Durante la reacción los cementos dentales presentan una concentración de iones hidrógeno ( $H_3O^+$ ), que se traducen en una medida de pH de acuerdo a la expresión siguiente:

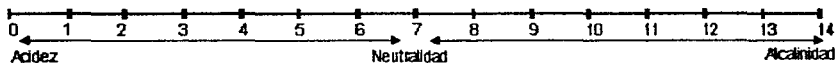
$$pH = - \log [H_3O^+]$$

donde  $[H_3O^+]$  es el valor numérico de la concentración molar, a mayor pH se tienen una menor concentración de iones hidrógeno. Como la escala de pH es logarítmica, una

diferencia de una unidad indica un cambio en la acidez de 10 veces. Por lo que el químico Sørensen propuso que se utilizara solamente el número del exponente para expresar la acidez o la basicidad. (1,13)

Cuando la concentración del ion hidrógeno aumenta en una solución neutra ( $\text{pH} = 7$ ) se dice que la solución es ácida debido a que existe una mayor concentración de iones positivos o hidrogeniones y menos hidroxilos, por lo tanto el pH varía desde 6.9 hasta 0. Si por el contrario existe una mayor concentración de iones negativos o hidroxilos el pH de la solución estará entre 7.1 y 14 y la solución será alcalina o básica. (Fig. 1)

Fig.1 Escala de pH.



## **1.2 IMPORTANCIA DEL pH EN LOS CEMENTOS DENTALES.**

El pH de la mezcla inicial de la mayoría de los cementos dentales es muy bajo, por lo que la acidez ha sido asociada a la irritación de la pulpa dental y en ocasiones puede llegar a causar necrosis pulpar. Los efectos del ácido se pueden originar por la difusión de iones hidrógeno hacia la pulpa cuando la dentina es delgada por lo que se incrementa la permeabilidad de la dentina, pudiendo así penetrar la cantidad de ácido libre en la interfase de la dentina a través de los túbulos dentinales.

La acidez inicial que presentan los cementos dentales va variando paulatinamente hasta alcanzar un nivel aproximado al neutro durante su reacción de fraguado.

Otra de las causas importantes por lo que los cementos dentales son irritantes a los tejidos del diente se debe a las técnicas inapropiadas utilizadas por el Odontólogo durante su manipulación, ya sea porque use una inadecuada relación polvo-líquido y/o que durante el espatulado no se logre una mezcla homogénea, lo que puede provocar un pH más

ácido.

Para retardar la reacción de fraguado y reducir la acidez, el fabricante agrega a los líquidos de los cementos dentales sustancias amortiguadoras o buffers, como por ejemplo, al líquido del Fosfato de Zinc se le agregan sales metálicas (fosfatos de aluminio o magnesio) para reducir la acidez y también la velocidad de reacción del líquido con el polvo (24). Un efecto similar podría tener el ácido tartárico e itacónico en los líquidos del Policarboxilato de Zinc y del Ionómero de Vidrio.

Las soluciones amortiguadoras son aquellas que pueden absorber cantidades pequeñas de ácidos o bases, sin un cambio significativo en su pH. Además resisten cambios de pH debido a que contienen una especie ácida que neutraliza a los iones hidroxilos ( $\text{OH}^-$ ) y una especie básica que neutraliza a los iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ), por lo que las soluciones amortiguadoras se preparan uniendo un ácido débil y una base débil del mismo par ácido-base; seleccionando así el par ácido-base correcto y ajustando sus concentraciones se puede amortiguar una solución a cualquier valor de pH. (7)



## **CAPÍTULO I I**

### **AGENTES CEMENTANTES VALORADOS EN ESTE ESTUDIO.**

El Odontólogo necesita adherir las restauraciones y aditamentos a las estructuras dentales que así lo requieran por medio de un agente cementante.

Dicho agente debe presentar algunas propiedades como: resistencia para no disolverse en los fluidos bucales, debe crear una unión fuerte por medio de entrelazamientos mecánicos o químicos (adhesivos), alta resistencia a la tensión y a la compresión. También es muy importante que el material sea compatible con los tejidos dentales.

Siendo el Fosfato de Zinc uno de los cementos más antiguos (principios del siglo XX), se le ha tomado como referencia para comparar las propiedades de los otros cementos desarrollados posteriormente.

El objetivo de este capítulo es señalar algunas características específicas de los agentes cementantes de

Fosfato de Zinc, Policarboxilato de Zinc y de Ionómero de Vidrio, que sin duda son de los cementos más utilizados por el Odontólogo en la práctica clínica diaria.

## **2.1 FOSFATO DE ZINC.**

Este agente cementante es el más antiguo y el más utilizado, por lo que sirve de punto de referencia para comparar los diferentes agentes cementantes que existen en el mercado actualmente.

La Norma No 8 de la Asociación Dental Americana (ADA), clasificó hasta 1995 a los cementos de Fosfato de Zinc en dos Tipos: Tipo I para cementación y Tipo II para obturación temporal o como base cavitaria.

La diferencia que existía entre los dos tipos era el tamaño del grano del polvo y la capacidad de formar una película de grosor de 25  $\mu\text{m}$  para el Tipo I o Cemento para cementación.

En 1995 entró en vigor una nueva Norma con la cual se cancela la Norma No. 8. La nueva Norma para este tipo de cementos es la No. 96 de la Asociación Dental Americana (ADA) y los

clasifica de acuerdo a su uso en:

1. Cementos para cementación.
2. Bases.
3. Cementos restaurativos.

### COMPOSICIÓN.

El polvo del Fosfato está compuesto por óxido de zinc y de 2 a 10% de magnesio. También puede contener pequeñas cantidades de óxido de bismuto. (15)

Los ingredientes del polvo se someten a temperaturas que van de 1000 a 1400°C durante varias horas para formar una masa que posteriormente se pulveriza dando origen a un polvo fino. La sinterización ayuda a reducir la reactividad del polvo, lo cual es importante en la manipulación. A menor tamaño de la partícula más rápido fraguará el cemento.

El líquido es una solución acuosa de ácido fosfórico, agua, fosfato de aluminio y fosfato de zinc. Se le agregan sales metálicas para reducir la velocidad de reacción del líquido con el polvo, el aluminio sirve para la reacción formadora del cemento y el zinc es un moderador de la reacción. El

contenido de agua oscila en un  $33 \pm 5\%$  e influye en la velocidad y tipo de reacción polvo-líquido. (23,24)

### REACCIÓN DE FRAGUADO.

Cuando se realiza la mezcla polvo-líquido, el ácido fosfórico ataca la superficie de las partículas disolviendo al óxido de zinc. El aluminio del líquido es indispensable para la formación del cemento, ya que sin su presencia se formaría una matriz de estructura cristalina no cohesiva de sulfato de zinc terciario, por lo que se cree que el aluminio se une con el ácido fosfórico para dar origen a un gel de aluminofosfato de zinc. El cemento fraguado es una estructura nucleada que esta formada de partículas de óxido de zinc sin reaccionar incluidas en una matriz amorfa cohesiva de aluminofosfato de zinc. (24,27)

La reacción que presentan estos cementos es de naturaleza química y exotérmica.

### PROPIEDADES.

Sus propiedades no son las ideales, aunque sirven para

comparar con otros cementos dentales más recientes.

La mezcla de Fosfato de Zinc en la proporción adecuada polvo líquido, presenta una resistencia a la compresión a las 24 hrs. de 765.3 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y la resistencia a la tracción es de 5.5 MPa.

El tiempo de trabajo para el Fosfato de Zinc a temperatura ambiente es de 3 a 5 minutos; el tiempo de fraguado es de 5 a 9 min. a 37 °C. Para aumentar el tiempo de trabajo se puede utilizar una loseta fría para realizar la mezcla.

El cemento de Fosfato no presenta adhesión específica con el tejido dental como el Policarboxilato y el Ionómero de Vidrio, su adhesión es por traba mecánica.

Sus principales ventajas son la facilidad de manipulación y su fraguado rápido para formar una masa bastante resistente. Entre más elevada sea la proporción polvo-líquido mejores serán las propiedades de resistencia y más baja la solubilidad y acidez.

## MANIPULACIÓN.

La dosificación y la espatulación se deberán llevar a cabo como lo indique el fabricante. La proporción que se recomienda por lo general es de 1.3 g./0.5 ml. Se coloca el polvo en una loseta fría y se divide en cinco o seis porciones. Cada porción se mezcla con el líquido, espatulando enérgicamente en una zona amplia de la loseta por espacio de 10 a 15 segundos. La mezcla total se debe obtener entre 60-90 segundos.

La consistencia de la mezcla para cementación debe ser cremosa y al levantar la espátula debe formar una hebra.

## BIOCOMPATIBILIDAD.

En la literatura hay registros de que el líquido del Fosfato presenta un pH de 1.5. Recién realizada la mezcla, el Fosfato es muy ácido, dos minutos después de realizada la mezcla presenta una acidez de 1.6 a 2. Una hora después del fraguado presenta un pH menor de 4, y a las 24 hrs se ha alcanzado un pH de 5.5 a 7 aproximadamente. (24,15)

El dolor que se presenta después de emplear estos cementos se debe a la acidez libre que presenta la mezcla, y en mayor parte al movimiento osmótico del líquido a través de los túbulos dentinarios afectando así a la pulpa; por lo que se recomienda una adecuada protección al tejido pulpar cuando se utiliza este cemento. (4,6,17,22)

## **2.1 POLICARBOXILATO DE ZINC.**

Los cementos de Poliacrilato más conocidos como Policarboxilato de Zinc, fueron desarrollados a fines de 1960 por el investigador Smith, siendo el primer cemento con el cual se obtuvo una adhesión química a la estructura dental, altamente biocompatible y con un efecto anticariogénico. (20,27)

De acuerdo a la Norma No. 61 de la Asociación Dental Americana (ADA), el Policarboxilato de Zinc solo tenía una presentación, la cual era como material de cementación y obturación.

Al entrar en vigor la Norma No. 96 de la ADA, cancela la Norma No. 61 y la nueva Norma clasifica a éste cemento de

acuerdo a su uso en:

1. Cementantes
2. Bases.
3. Restaurativos.

### COMPOSICIÓN.

Es un sistema de polvo y líquido. El polvo es óxido de zinc con óxido de magnesio o de estaño. Contiene otros aditivos como el óxido de bismuto y aluminio. Además contiene fluoruro estannoso, el cual modifica el tiempo de fraguado, mejora las propiedades de manipulación, aumenta la resistencia e imparte un efecto anticariogénico.

El líquido es una solución acuosa de ácido poliacrílico o un copolímero del ácido acrílico con ácidos carboxílicos no saturados (ácido itacónico). La concentración ácida varía de un cemento a otro dependiendo su uso y la marca comercial pero en general es de un 40%. (11,27)

### REACCIÓN DE FRAGUADO.

Al llevar a cabo la mezcla de este cemento el ácido



poliacrílico ataca la superficie de las partículas de polvo para liberar zinc, magnesio y estaño, que posteriormente se unen a las cadenas de polímeros con los grupos carboxilo, estos iones reaccionan con los grupos carboxilo de la cadenas poliácidas adyacentes para dar origen a una sal binaria de cadenas cruzadas y el cemento fragua. El cemento ya fraguado es un gel amorfo en el cual se dispersan partículas de polvo residuales. (15,24,27)

#### PROPIEDADES.

La característica más importante del cemento de Policarboxilato es la unión química que presenta con la estructura dental.

La mezcla de Policarboxilato en la proporción adecuada polvo-líquido da como resultado una mezcla más viscosa que la del Fosfato de zinc. El cemento recién mezclado es pseudoplástico, aunque es capaz de formar una película de 25  $\mu$  m como máximo, ya que presenta el fenómeno de tixotropismo.

El tiempo de trabajo del Policarboxilato es de 2 a 3 minutos a temperatura ambiente y el tiempo de fraguado a 37°C es de 9

minutos máximo. Como en el caso del Fosfato, es posible aumentar el tiempo de trabajo mezclando el material sobre una loseta fría o refrigerando el polvo; los líquidos siempre deben estar a temperatura ambiente ya que las temperaturas más bajas hacen que el líquido se espese.

La resistencia a la compresión de estos materiales es aproximadamente de 50 MN/m<sup>2</sup> como mínima a las 24 hrs y la resistencia a la tracción es de 8 a 12 MPa. Por lo que, la resistencia a la compresión es inferior a la de los cementos de Fosfato de Zinc. El Policarboxilato es de menor rigidez que el Fosfato y es menos quebradizo que éste último.

La solubilidad del Policarboxilato en agua es baja, pero cuando está en contacto con ácidos orgánicos de pH menor de 4.5 aumenta considerablemente. (27)

#### MANIPULACIÓN.

La mayoría de los fabricantes proporcionan un dosificador para el polvo y un gotero para el líquido. La proporción polvo-líquido por lo general es de 1.5:1 y la mezcla debe ser realizada de 30 a 40 segundos; terminada la mezcla debe tener

un aspecto cremoso y brillante.

El cemento se tiene que utilizar antes de que la mezcla pierda su brillo. Si es opaca y forma filamentos al ser tocada con espátula se debe a que la reacción de fraguado ya se inició, por lo que se recomienda no utilizar esa mezcla ya que tendría un efecto negativo sobre la resistencia final del cemento.

Con este tipo de cementos se recomienda realizar una limpieza a la superficie dental que lo va a recibir con una pasta profiláctica, posteriormente se enjuaga y se seca el diente a tratar para obtener así una mejor adhesión con la estructura dental. (24)

#### **BIOCOMPATIBILIDAD.**

Existe información de que el líquido del cemento presenta una acidez de 1.7 y la mezcla recién preparada presenta un pH de 3 a 4. El pH de los Policarboxilatos se eleva con mayor rapidez en comparación con los cementos de Fosfato. (15,24)

La reacción pulpar es leve comparada con la del Fosfato,

debido a que el tamaño molecular del ácido poliacrílico es mayor en comparación con el ácido fosfórico por lo que difícilmente puede penetrar en los túbulos dentinarios (28). Se dice que la biocompatibilidad con el tejido pulpar es favorable, aunque se recomienda colocar alguna protección previa en cavidades muy profundas en las que pueden existir exposiciones pulpares microscópicas. (3,6)

Estudios realizados con este tipo de cementos que contienen fluoruros entre sus componente han demostrado que presentan una acción anticariógena, debido a la liberación de fluoruro, el cual es captado por el esmalte vecino a la restauración. (27)

### **2.3 IONÓMERO DE VIDRIO.**

Los cementos de Ionómero de Vidrio fueron desarrollados en Inglaterra a principios de los años 70's por Wilson y Kent y se designan con ese nombre debido a que el polvo es un vidrio, y tanto en la reacción de fraguado como en la unión adhesiva a la estructura dental intervienen uniones iónicas. También es conocido como cemento polialquenoato, y se abrevia

CIV. Sus características han sido mejoradas en comparación con los cementos de Policarboxilato de Zinc por lo que han ido desplazando a éstos últimos.

La Norma No. 66 de la Asociación Dental Americana (ADA), clasificaba a los Ionómeros de Vidrio en dos Tipos: Tipo I para cementación y Tipo II para obturación.

Dicha Norma se sustituyó en 1995 por la No. 96 de la ADA y clasifica a los Ionómeros de acuerdo a su uso en:

1. Cementantes.
2. Bases y forros.
3. Restaurativos.

#### COMPOSICIÓN.

Estos cementos son un sistema de polvo y líquido, fueron desarrollados a partir de dos sistemas: los silicatos y poliacrilatos. El polvo es un vidrio de aluminosilicato con fluoruros y calcio con partículas de diámetro menor de 25  $\mu$ m. Los líquidos de estos cementos eran soluciones acuosas de ácido poliacrílico en una concentración de 50%, por lo que el líquido era muy viscoso y con tendencia a gelificar con el

paso del tiempo; en la actualidad el ácido poliacrílico del líquido se presenta como un copolímero con ácido itacónico, maleico o tricarbálico, el líquido también contiene aproximadamente 5% de ácido tartárico. El ácido itacónico reduce la viscosidad del líquido poliacrílico y el ácido tartárico proporciona mejores propiedades de trabajo. (27,18)

Algunos fabricantes secan los copolímeros del ácido poliacrílico y este polvo seco se mezcla con el polvo de Ionómero de Vidrio, para posteriormente realizar la mezcla del cemento con agua destilada o desionizada y este tipo de cementos se conocen como hidrofraguables.

#### REACCIÓN DE FRAGUADO.

Al llevar a cabo la mezcla polvo-líquido, el ácido del líquido ataca la superficie de las partículas de vidrio, liberando  $Al^{+++}$ ,  $Ca^{++}$  y  $Na^+$  en forma iónica al igual que el fluoruro, para posteriormente formar polisales de calcio y aluminio que se cruzan con las cadenas polianiónicas. Las sales se hidratan para dar origen a una matriz de gel. El cemento ya fraguado presenta un aglomeración de partículas de polvo sin reaccionar rodeadas de gel de sílice en una matriz

amorfa de polisales hidratadas de calcio y aluminio. (15,24,27)

### PROPIEDADES.

Al igual que los cementos de Policarboxilato, los Ionómeros de Vidrio se unen químicamente a la estructura del diente, en mayor proporción al esmalte por contener más material inorgánico (calcio). También se ha observado que liberan iones de fluoruros hacia la estructura dental que los rodea, dando un efecto cariostático alrededor de la restauración. (25)

El tiempo de trabajo es de 1 a 2 minutos aproximadamente, los cementos hidrofraguables presentan periodos de trabajo más largos. El tiempo de fraguado es de 5 minutos, siendo más corto que el del Fosfato, los cementos hidrofraguables presentan un fraguado inicial más rápido que los que utilizan un líquido poliácido.

La resistencia a la compresión es de 125 MPa como mínimo y la resistencia a la tracción es de 60 a 80 MPa; el módulo de elasticidad es más o menos la mitad que la del Fosfato, por

lo que el Ionómero es menos rígido y más propenso a la deformación elástica.

Los Ionómeros son sensibles a la humedad debido a la lentitud del endurecimiento inicial que hay durante la formación de la polisal de calcio, en esta etapa temprana del fraguado el cemento es muy susceptible a absorber agua y cuando la absorbe la matriz del cemento se vuelve quebradiza y se erosiona rápidamente. Se forma una superficie dura y resistente hasta que se da el entrecruzamiento de aluminio y esta etapa se presenta después de 30 minutos de realizada la mezcla aproximadamente; por lo que deben protegerse con una capa de barniz o vaselina los márgenes expuestos hasta que el cemento logre un fraguado avanzado, aproximadamente a las 24 horas. (25,27)

### MANIPULACIÓN.

A la estructura dental que va a recibir este tipo de agentes cementantes se recomienda que se le realice una profilaxis con pasta profiláctica, se enjuaga perfectamente y se procede a secar la estructura dental sin deshidratar, ya que la desecación indebida abre los túbulos, facilitando la



penetración del ácido del cemento dentro de éstos (24).

En la manipulación de estos cementos es de suma importancia respetar la proporción polvo-líquido recomendada por el fabricante para obtener propiedades óptimas. La proporción polvo-líquido varía con las diferentes marcas comerciales existentes en el mercado, en promedio la proporción es de 1.25 a 1.5 g. de polvo por 1 g. de líquido aproximadamente, el procedimiento de mezclado es similar al del Policarboxilato de Zinc, el polvo se incorpora al líquido con incrementos grandes y se espatula con rapidez en un lapso de 30 a 45 segundos, salvo otra indicación del fabricante.

La cementación se debe llevar a cabo antes de que la mezcla pierda su aspecto brillante y se recomienda cubrir los márgenes de la restauración ya colocada con un barniz o vaselina para evitar una exposición prematura del cemento a la humedad.

#### **BIOCOMPATIBILIDAD.**

Los datos reportados en la literatura del pH del líquido de estos cementos es de 0.6 a 1.1 y a los 3 minutos de realizada

la mezcla presentan un pH de 1.3 a 2.8. (24)

El Ionómero de vidrio es menos irritante a la pulpa que el Fosfato de Zinc (4,5), aunque existen reportes de sensibilidad posterior a la cementación utilizando estos agentes cementantes y esto es más frecuente con los Ionómeros hidrofraguables. (27,28)

La sensibilidad aparece inmediatamente después de cementada la restauración, con dolor moderado a severo. En torno a esto se han establecido tres posibles causas que originan la sensibilidad:

- 1) Presión hidráulica mientras se lleva a cabo el fraguado del cemento.
- 2) Ajuste oclusal o masticatorio temprano que puede ocasionar fracturas en el cemento causando una microfiltración.
- 3) Presencia de humedad durante el fraguado inicial, por no haber aislado correctamente.

Otras de las causas son las técnicas inadecuadas realizadas con el Ionómero de Vidrio, por lo que se recomienda: aplicar

hidróxido de calcio en superficies cercanas a pulpa, dosificar correctamente estos cementos como el fabricante lo indique, evitar la contaminación con humedad durante el fraguado inicial, retirar el excedente del cemento cuando ya este duro al tacto y colocar barniz o vaselina en los margenes de la restauración para evitar la contaminación con humedad. (18,23,25)

Estos cementos son capaces de liberar fluoruro en un periodo indefinido proporcionando un efecto anticarigénico en los margenes de la restauración. Presentan además adhesión química al esmalte, dentina y algunas aleaciones como: Cr-Ni, Pd-Ag y Ag-Pd que se utilizan para la elaboración de restauraciones dentales. (15)

## **CAPÍTULO III**

### **ANTECEDENTES DE LA RESPUESTA BIOLÓGICA DEL TEJIDO DENTAL EN RELACIÓN CON EL pH DE LOS CEMENTOS DENTALES**

#### **3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

En estudios realizados con anterioridad por Hobein en 1906, se observó muerte pulpar causada por los cementos de Silicato, y en 1922 Rebel atribuyó al líquido de dichos cementos el efecto nocivo sobre la pulpa. (26)

En 1964, Norman y cols., llevaron a cabo una investigación para medir directamente el pH de los cementos de Fosfato de Zinc, Silicato, Silicofosfato y cementos con Cobre. Para la medición de la masa fraguada utilizaron microelectrodos especialmente fabricados de antimonio. Las lecturas se realizaron a 3, 5, 10, 15 min. después de terminada la mezcla; posteriormente se fracturó la muestra para tomar la lectura del pH de la masa interna. Se realizaron mediciones

internas y externas a intervalos de 15 min. durante la primera hora y posteriormente a intervalos de 2, 4, 8, 12, 24 y 48 hrs. De esa forma quedó establecido que el pH sufre cambios a través del tiempo y se demostró que existe diferencia entre el pH de la superficie y el de la masa interna del cemento, siendo más ácido éste último. (22)

En otro estudio más reciente, Smith y cols., analizaron 5 diferentes Ionómeros de Vidrio, un Fosfato de Zinc y un Policarboxilato de Zinc. Todos estos fueron dosificados y mezclados como lo indicó el fabricante a temperatura ambiente; en los cementos sin fraguar las mediciones se llevaron a cabo colocando el electrodo en contacto con la superficie de la mezcla y para los cementos fraguados se colocó una gota de agua destilada para humedecer la superficie del cemento antes de poner en contacto el electrodo con el espécimen. Se midió el pH de la superficie a intervalos acordados hasta llegar a 1440 minutos, mostrando que la mayoría de los cementos presentaron un pH menor de 2 a los 5 minutos después de realizada la mezcla y menor de 3 para los 10 minutos, a los 1440 minutos todos los cementos habían alcanzado un pH de 5.35 a 6.5. (28)

Tobías y cols., en su trabajo valoraron la respuesta pulpar del Ionómero de Vidrio ASPA IV demostrando que es más irritante para la pulpa que el óxido de zinc y eugenol (29). Hume (17) destacó que la citotoxicidad de los Ionómeros provocan células inflamatorias y que el daño provocado al tejido dental puede ser originado por la acidez que presentan durante los primeros minutos de su fraguado.

En su estudio, Garcés observó en un lapso de 30 días en dientes tratados con Ketac-Silver que el número de odontoblastos se reducía y en algunos otros casos se observó la capa odontoblástica necrótica con infiltrado inflamatorio crónico y algunos vasos congestionados, por lo que concluyó que este cemento tiene un potencial irritativo de muy alto grado al tejido pulpar y recomienda utilizar una protección a la pulpa cuando se utilicen cualquier tipo de ionómero.(14)

Reportes clínicos de la Asociación Dental Americana para Materiales, Instrumentos y Equipo Dental, han comprobado clínicamente que existe una hipersensibilidad postoperatoria después de cementar coronas con algunos materiales de Ionómero de Vidrio y en algunos casos, ha ocurrido muerte

pulpar. (10)

Heys y cols., realizaron una investigación donde utilizaron tres agentes cementantes: Ionómero de Vidrio, Policarboxilato de Zinc y Fosfato de Zinc. Siguieron las instrucciones del fabricante para la cementación de coronas; previamente colocaron 2 capas de barniz de Copalite en los dientes de las coronas que fueron cementadas con Fosfato. Pasado el período de 3, 10 y 56 días, los dientes seleccionados fueron desmineralizados en ácido etilendiaminotetracético, embebidos con parafina, cortados seriadamente en 5 partes y fijados en hematoxilina-eosina para evaluación histológica. La respuesta pulpar con los tres agentes de unión fue similar; las respuestas inflamatorias fueron de la categoría de "ligera a ninguna" a excepción de un diente que presentó una moderada respuesta inflamatoria y que fue tratado con fosfato. (16)

También han sido investigados los cementos dentales que contienen Hidróxido de Calcio en sus fórmulas (21), dando como resultado una mejor biocompatibilidad con la estructura dental. Como lo indica el reporte de Fidel Rivail y col.

(12), quienes estudiaron el pH de cuatro cementos endodónticos y observaron que los cementos probados tuvieron un pH alcalino, ya que el resultado obtenido fue de 8.2 a 11.2.



## **CAPÍTULO IV**

### **INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La mayoría de los cementos dentales presentan un grado mayor o menor de acidez, el cual va a estar agrediendo a la estructura dental a corto o mediano plazo pudiendo con ello originar una sensibilidad o necrosis de la pulpa.

En la actualidad no existe un material totalmente inocuo a la estructura dental, por lo que es importante conocer los diferentes grados de acidez que presentan algunos de los agentes cementantes más utilizados por el odontólogo en su práctica diaria, para seleccionar el cemento adecuado, o bien, colocar una protección a la pulpa dental.

## **4.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.**

Este tema se eligió debido a que los agentes cementantes son materiales insustituibles para la fijación de restauraciones y la mayoría de los Odontólogos desconoce, o no toman en cuenta el grado de acidez que presentan éstos durante su fraguado.

Por ello, queremos determinar cual es el cambio de pH que presentan algunos cementos dentales de uso en nuestro país, desde que se inicia la mezcla hasta después de su fraguado, ya que la acidez es un factor importante para que en ocasiones se presente sensibilidad y dolor en el órgano dentario restaurado por el Odontólogo.

### **4.3 HIPÓTESIS.**

Los agentes cementantes van a presentar un pH inicial más ácido en sus primeras horas después de realizada la mezcla que a las 48 horas siguientes.

### **4.4 OBJETIVOS.**

#### **♦ OBJETIVO GENERAL:**

Conocer el pH que presentan los cementos dentales de Fosfato de Zinc (Tipo I), Policarboxilato de Zinc e Ionómero de Vidrio (Tipo I), para establecer su grado de acidez y por lo tanto su potencial de irritación a la estructura dental.

#### **♦ OBJETIVO ESPECÍFICO:**

1) Determinar el pH de los cementos dentales de Fosfato de Zinc, Policarboxilato de Zinc e Ionómero de Vidrio Para Cementación a diferentes tiempos: 5, 10, 20, 30, 60 min, 24 y 48 hrs después de iniciada la mezcla.

2) Determinar la concentración de ácido que contienen los respectivos líquidos de cada cemento valorado en este estudio.

#### 4.5 EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVOS.

- Cementos dentales.

- ♦ Fosfato de Zinc Para Cementación:

- \* Medental. MEDENTAL INT'L. McALLEN TX 78503. Lot No.071792.

- \* Cemento Fosfato de Zinc. Degussa México, S.A. de C.V. Calz.México-Kochimilco No. 5149 14610, México D.F. Lot No.no presenta.

- ♦ Policarboxilato de Zinc:

- \* Durelon<sup>(R)</sup>.ESPE Dental-Medizin GmbH & Co.Kg D-82229 Seefeld Germany. Lot No.310 27919 (polvo), Lot No.028 28796 (líquido).

- \* PCA. MEDENTAL INT'L McALLEN, TX 78503. Lot. No.102596 (polvo), Lot. No.082796 (líquido).

- ♦ Ionómero de Vidrio:

- \* Ionómero de Vidrio Para Cementación Tipo I. Hecho en Alemania para: Degussa México, S.A. de C.V. Calz.México-Kochimilco No 5149 14610 México, D.F. lot No.9503 02.

\* AquaCam, Glass Ionomer Luting Cement. De Trey Dentsply CH-6300 Zug. Lot No. 9603006.

- Loseta de vidrio gruesa
- Espátula para cementos.
- Recipientes de polipropileno
- Hilo dental
- Cronómetro
- Cristalería adecuada para las determinaciones:
  - \* Pipetas volumétricas de 1 y 10 ml, buretas de 50 ml, soporte para buretas, matraces volumétricos de 100 y 50 ml, vasos de precipitado.
- Balanza analítica OHAUS Precisión Plus TP 2000
- Balanza analítica E. Mettler Type HS No. 106223
- Parrilla type 1900 Hot plate thermolyne subsidiary of SYBRON.
- Cabina con control de temperatura
- Estufa Hanau

- Potenciómetro Orion Research microprocessor ionalyzer/901.
- Electrodo combinado para medir pH Orion NO. Cat. 91.01
- Solución de llenado de KCL saturada con AgCl para el electrodo
- Solución buffer pH = 4.01
- Solución buffer pH = 7.00
- Agitador magnético Type Compact No. 6289 Tacussel electronique y otro marca Cole-Parmer Instrument Company Magne 4 plazas.
- Barra magnética
- Papel suave y secante
- Agua desionizada
- Termómetro (-20 a 110°C)
- Solución de Sosa (NaOH) 0.0809 mol/L y 0.1 mol/L
- Papel filtro marca Whatman No. 5

## **4.6 METODOLOGÍA.**

Las pruebas para medir el pH de los cementos valorados en este estudio, se llevó a cabo de la siguiente manera:

### **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.**

Todos los cementos fueron manipulados de acuerdo a las instrucciones de cada fabricante respectivamente. El primer paso fué pesar polvo y/o el líquido en la balanza analítica, cuando así fuera requerido, para obtener una dosificación correcta y proceder a realizar la mezcla.

Terminada la mezcla se procedió a colocar ésta en un recipiente de polipropileno con 20 ml de agua desionizada, para determinar el pH de los cementos dentales a los 5 y 10 min después de iniciada la mezcla.

Posteriormente se obtuvo otra mezcla (bajo las mismas condiciones de pesaje) para formar una masa de cemento introduciendo ambos extremos del hilo dental en la mezcla del material aún no fraguado, para posteriormente llevarlo a un ambiente de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $95 \pm 5\%$  de humedad relativa. A los 15



min. después de iniciada la mezcla, la muestra obtenida se pesó y se colocó en un recipiente de polipropileno con 20 ml de agua desionizada de tal manera que la muestra quedara suspendida y completamente sumergida en el agua. Se procedió a realizar la lectura de pH a los 20 min., 60 min. (1 hr), 1440 min. (24 hrs.) y 2880 min. (48 hrs.). Estas determinaciones se realizaron por quintuplicado para cada tiempo.

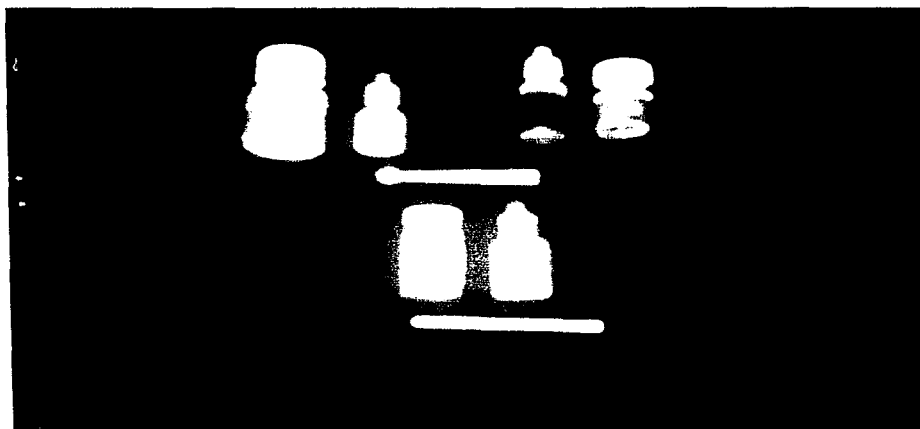


Fig. 4.1. Tres de los cementos utilizados en este estudio.

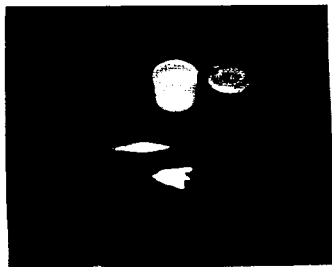


Fig. 4.2. Masa de cemento ya fraguada para ser introducida en el recipiente de polipropileno.

#### CALIBRACIÓN DEL POTENCIÓMETRO.

El pH de cada muestra se midió utilizando un potenciómetro y un electrodo de vidrio. Verificando que la solución de llenado del electrodo estuviera siempre a un buen nivel, es decir aproximadamente a una pulgada por debajo del orificio de respiración del electrodo, se procedió a calibrar el potenciómetro con la solución buffer de  $\text{pH} = 4.01$  y posteriormente con el buffer  $\text{pH} = 7.00$ , el electrodo se enjuagó con agua desionizada y se secó con papel absorbente cada vez que se utilizó, pero nunca se frotó la esfera sensible.

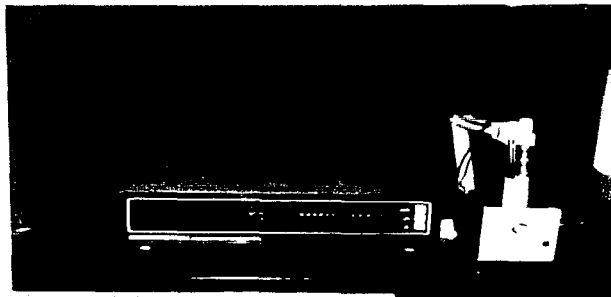


Fig. 4.3. Calibración del potenciómetro con la solución buffer de pH = 4.01.

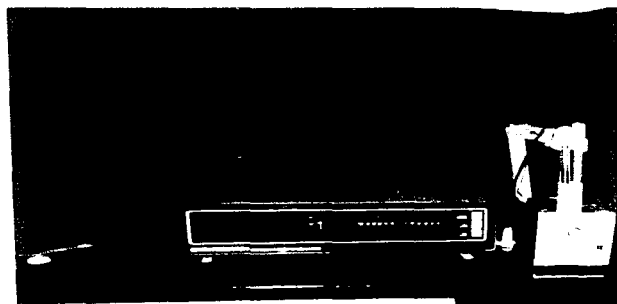


Fig. 4.4. Calibración del potenciómetro con la solución buffer de pH = 7.00.

## DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO EN LOS LÍQUIDOS.

Para determinar la concentración del ácido contenido en los líquidos que acompañan a los cementos de Fosfato de Zinc (Medental y Degussa) y del Ionómero de Vidrio (Degussa), se realizó una Titulación ácido-base empleando Sosa (NaOH) 0.0809 mol/L como reactivo titulante.

Primeramente se colocó 1 ml del líquido problema medido con una pipeta volumétrica de 1 ml y se llevó a un matraz aforado de 100 ml, se le agregó agua desionizada hasta la marca del aforo.

Con una pipeta volumétrica de 10 ml se tomó una alícuota de la solución preparada anteriormente y se colocó en un vaso de precipitado de 100 ml, se agregaron 30 ml de agua desionizada y se colocó en el agitador magnético para que se mezclara perfectamente, se introdujeron los electrodos dentro de la solución problema y se hizo la medida de pH.

NOTA: El potenciómetro se calibró previamente.

En una bureta de 50 ml se colocó la solución de Sosa

(reactivo titulante) y se fueron agregando de 0.5 ml en 0.5 ml, al vaso de precipitado y se tomó la lectura de pH cada vez que se le agrego la sosa, hasta que el potenciómetro registro aproximadamente un pH = 12.00 de la solución. Estos datos fueron registrados en una grafica para obtener así la concentración de ácido en cada liquido de los cementos valorados en este estudio

NOTA: Durante la titulación se mantuvo la agitación.

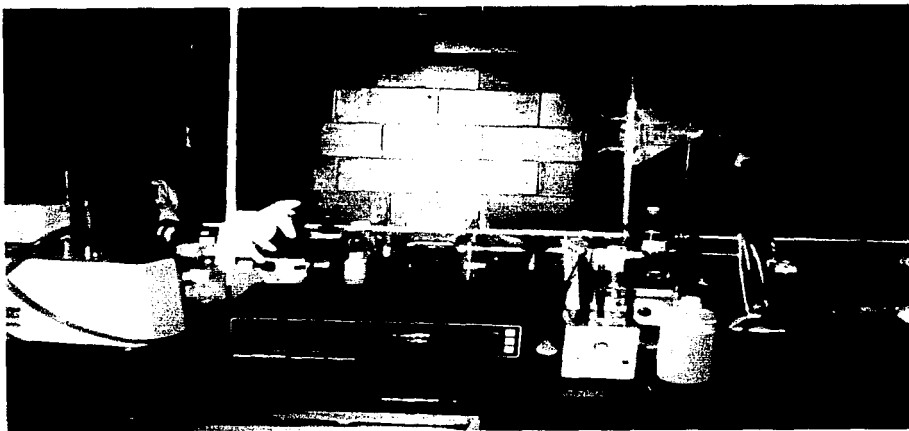


Fig. 4.5 Titulación del liquido de Fosfato.

**\* LÍQUIDOS A BASE DE ÁCIDO POLIACRÍLICO (DURELON Y PCA).**

En un vaso de precipitado se pesó aproximadamente un gramo de líquido en la balanza analítica, se agregaron 20 ml de agua desionizada y se colocó en el agitador para que se mezclara perfectamente. Esta solución se vertió en un matraz volumétrico de 100 ml; la barra magnética utilizada para agitar y el vaso de precipitado se enjuagaron perfectamente, y se agregó el agua del lavado al matraz para que los restos de ácido que hubieran quedado en estos materiales se incorporaran, y posteriormente se aforó a 100 ml. Se siguió el mismo procedimiento que el mencionado anteriormente para los otros líquidos.

**\* IONÓMERO DE VIDRIO (AQUACEM).**

Se pesó 4.000 g de polvo, en un vaso de precipitado, debido a que el polvo contiene el ácido poliacrílico, se le agregó aproximadamente 20 ml de agua desionizada, se colocó en el agitador magnético, posteriormente se filtró para obtener así el líquido que fué titulado. Se procedió de la misma manera que para los otros líquidos ya mencionados. Se realizaron por

triplicado las titulaciones de cada líquido de los diferentes cementos probados en este estudio.

## 4.7 RESULTADOS.

Los resultados finales fueron graficados y analizados estadísticamente, se incluyen los resultados de desviación estándar, intervalo de confianza y precisión en la medida.

Para el cálculo de la desviación estándar se utilizó la

siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

El intervalo de confianza se calculó mediante la expresión

siguiente:

$$IC = \bar{X} \pm \frac{1s}{\sqrt{n}} \quad t = 2.78$$

La precisión en la medida se determinó con la siguiente

fórmula:

$$\left( \frac{S}{\bar{X}} - 1 \right) 100$$

En las gráficas de los cementos dentales cada punto representa el pH promedio de cinco determinaciones.

La Titulación de los cinco líquidos se realizó con NaOH al 0.089 mol/L y la Titulación del polvo (AquaCem) con NaOH al 0.1 mol/L.

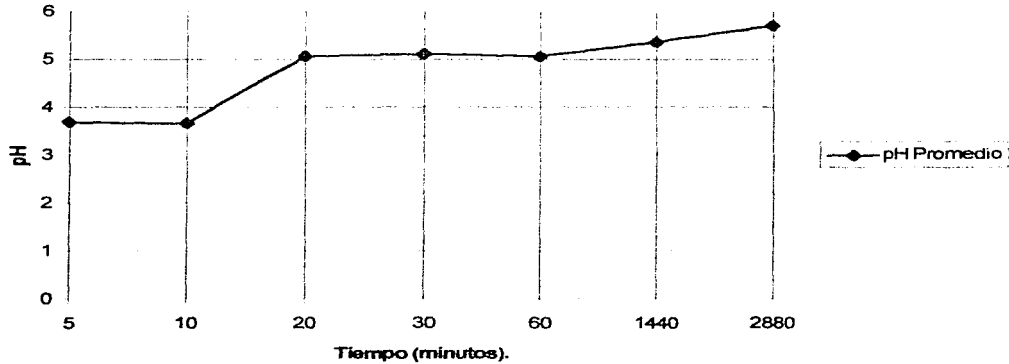


**TABLA 1**

**pH Fosfato de Zinc Medental (Gráfica 1).**

	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min.
Muestra 1	3.64	3.62	4.75	4.88	4.79	5.01	5.35
Muestra 2	3.78	3.75	4.87	5.05	5.06	5.32	5.61
Muestra 3	3.76	3.69	5.52	5.58	5.45	5.82	6.2
Muestra 4	3.65	3.6	4.84	4.85	4.87	5.26	5.53
Muestra 5	3.57	3.54	5.23	5.12	5.11	5.43	5.88
<b>pH Promedio</b>	<b>3.68</b>	<b>3.64</b>	<b>5.04</b>	<b>5.09</b>	<b>5.05</b>	<b>5.36</b>	<b>5.71</b>
S.D.	0.088	0.081	0.323	0.293	0.256	0.295	0.332
I.C.	0.109	0.1	0.401	0.364	0.318	0.366	0.413
Precisión en la medida	97.61 %	97.77 %	93.59 %	94.24 %	94.93 %	94.50 %	94.19 %

**Gráfica 1. Fosfato de Zinc Medental.**

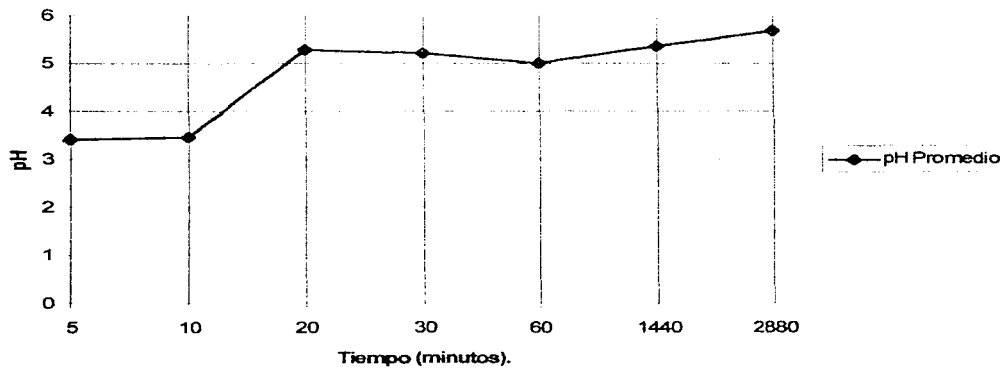


**TABLA 2**

**pH Fosfato de Zinc Degussa (Gráfica 2).**

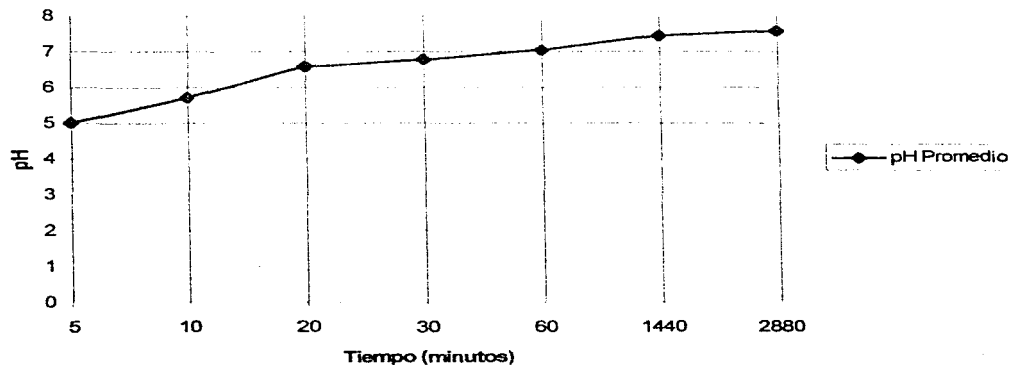
	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min.
Muestra 1	3.36	3.39	5.21	5.18	5.07	5.26	5.54
Muestra 2	3.37	3.41	5.3	5.19	4.94	5.36	5.52
Muestra 3	3.46	3.49	5.26	5.24	5.09	5.41	5.57
Muestra 4	3.44	3.47	5.32	5.19	4.94	5.39	5.58
Muestra 5	3.43	3.47	5.27	5.15	5.02	5.37	6.14
<b>pH Promedio</b>	<b>3.41</b>	<b>3.44</b>	<b>5.27</b>	<b>5.19</b>	<b>5.01</b>	<b>5.35</b>	<b>5.67</b>
S.D.	0.044	0.043	0.042	0.032	0.07	0.058	0.263
I. C.	0.054	0.053	0.052	0.039	0.087	0.072	0.326
Precisión en la medida	98.71 %	98.75 %	99.20 %	99.38 %	98.60 %	98.92 %	95.36 %

**Gráfica 2. Fosfato de Zinc Degussa.**



**TABLA 3****pH Policarboxilato de Zinc PCA (Gráfica 3).**

	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min.
Muestra 1	4.96	5.22	6.27	6.53	6.84	7.32	7.45
Muestra 2	5.12	5.95	6.7	6.79	6.98	7.68	7.76
Muestra 3	4.87	5.41	6.73	7.02	7.28	7.4	7.53
Muestra 4	5.05	5.97	6.62	6.78	6.94	7.31	7.36
Muestra 5	4.95	5.9	6.53	6.78	7.08	7.53	7.75
<b>pH Promedio</b>	<b>4.99</b>	<b>5.69</b>	<b>6.57</b>	<b>6.78</b>	<b>7.02</b>	<b>7.44</b>	<b>7.57</b>
S.D.	0.096	0.349	0.184	0.173	0.166	0.156	0.179
I. C.	0.119	0.433	0.228	0.215	0.206	0.193	0.222
Precisión en la medida.	98.07 %	93.86 %	97.19 %	97.44 %	97.63 %	97.90 %	97.63

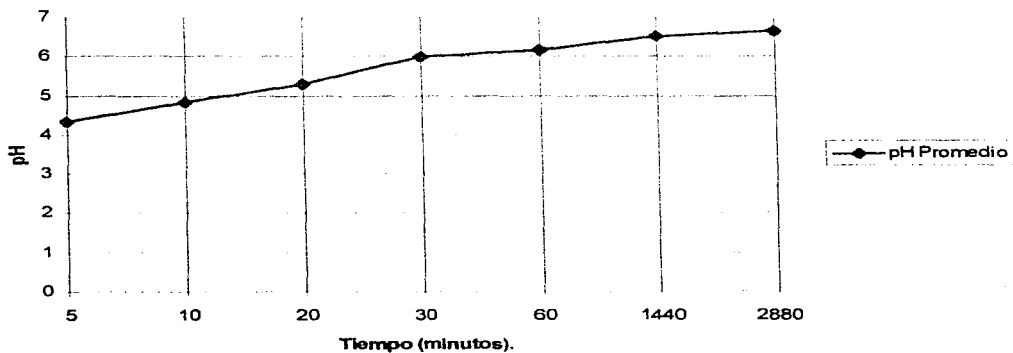
**Gráfica 3. Policarboxilato de Zinc PCA.**

**TABLA 4**

**pH Policarboxilato de Zinc Durelon (Gráfica 4).**

	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min.
Muestra 1	4.32	4.83	5.37	6.03	6.13	6.5	6.62
Muestra 2	4.29	4.81	5.21	5.99	6.16	6.56	6.65
Muestra 3	4.32	4.82	5.28	5.97	6.15	6.53	6.63
Muestra 4	4.29	4.8	5.21	5.98	6.13	6.52	6.65
Muestra 5	4.37	4.85	5.35	5.99	6.15	6.38	6.65
<b>pH Promedio</b>	<b>4.32</b>	<b>4.82</b>	<b>5.28</b>	<b>5.99</b>	<b>6.14</b>	<b>6.5</b>	<b>6.64</b>
S.D.	0.032	0.019	0.075	0.022	0.013	0.069	0.014
I. C.	0.039	0.023	0.093	0.027	0.016	0.085	0.017
Precisión en la medida	99.25 %	99.60 %	98.57 %	99.63 %	99.78 %	98.93 %	99.78 %

**Gráfica 4. Policarboxilato de Zinc Durelon.**

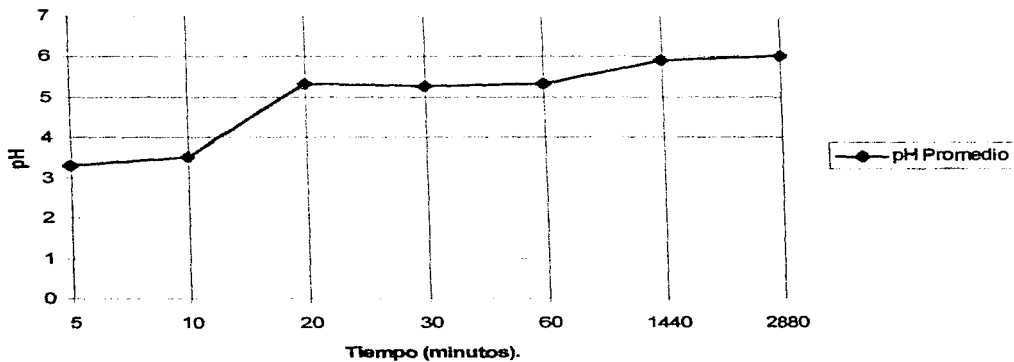


**TABLA 5**

**pH Ionómero de Vidrio Degussa (Gráfica 5).**

	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min.
Muestra 1	3.46	3.54	5.21	5.19	5.24	5.79	5.97
Muestra 2	3.35	3.45	5.48	5.42	5.47	5.97	6.19
Muestra 3	3.25	3.46	5.22	5.15	5.27	5.83	5.95
Muestra 4	3.23	3.45	5.37	5.32	5.38	5.87	5.98
Muestra 5	3.26	3.65	5.22	5.17	5.22	5.88	6.05
<b>pH Promedio</b>	<b>3.31</b>	<b>3.51</b>	<b>5.3</b>	<b>5.25</b>	<b>5.31</b>	<b>5.88</b>	<b>6.02</b>
S.D.	0.095	0.086	0.12	0.115	0.105	0.081	0.098
I. C.	0.118	0.106	0.149	0.142	0.13	0.1	0.121
Precisión en la medida	97.12 %	97.54 %	97.73 %	97.80 %	98.02 %	98.62 %	98.37 %

**Gráfica 5. Ionómero de Vidrio Degussa.**

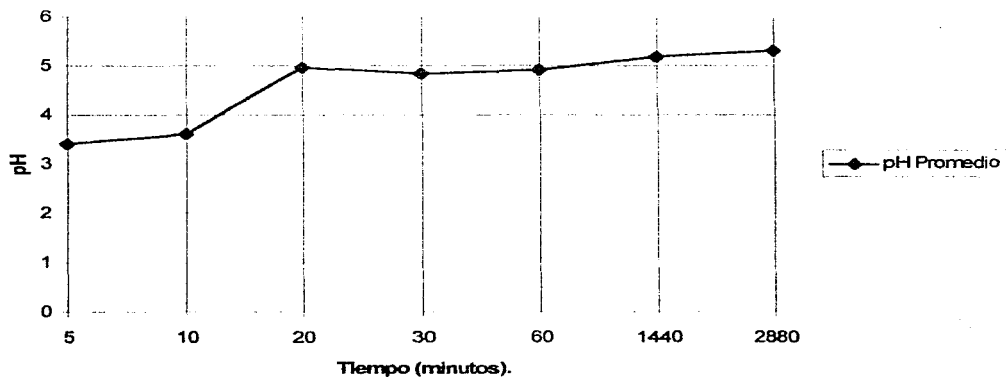


**TABLA 6**

**pH Ionómero de Vidrio AquaCem (Gráfica 6).**

	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min.
Muestra 1	3.4	3.62	4.86	4.75	4.81	5.35	5.45
Muestra 2	3.41	3.62	4.98	4.89	4.91	5.35	5.38
Muestra 3	3.4	3.61	5.04	4.88	4.99	4.97	5.16
Muestra 4	3.4	3.62	5.09	4.89	4.98	5.35	5.41
Muestra 5	3.39	3.61	4.86	4.73	4.82	4.92	5.19
<b>pH Promedio</b>	<b>3.4</b>	<b>3.61</b>	<b>4.96</b>	<b>4.82</b>	<b>4.9</b>	<b>5.18</b>	<b>5.31</b>
S.D.	0.007	0.005	0.104	0.08	0.085	0.222	0.133
I. C.	0.008	0.006	0.129	0.099	0.105	0.276	0.165
Precisión en la medida	99.79 %	99.86 %	97.90 %	98.34 %	98.26 %	95.71 %	97.49 %

**Gráfica 6. Ionómero de Vidrio AquaCem.**

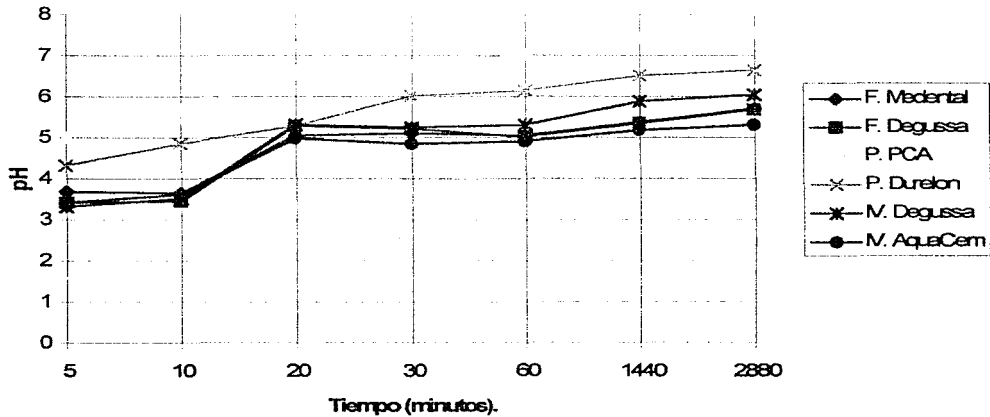


**TABLA 7**

**pH promedio de los 6 agentes cementantes (Gráfica 7).**

	5 min.	10 min.	20 min.	30 min.	60 min.	1440 min.	2880 min
Fosfato-Medental	3.68	3.64	5.04	5.09	5.05	5.36	5.71
Fosfato-Degussa	3.41	3.44	5.27	5.19	5.01	5.35	5.67
Policarboxilato-PCA	4.99	5.69	6.57	6.78	7.02	7.44	7.57
Policarboxilato-Durelon	4.32	4.82	5.28	5.99	6.14	6.5	6.64
Ionómero-Degussa	3.31	3.51	5.3	5.25	5.31	5.88	6.02
Ionómero-AquaCem	3.4	3.61	4.96	4.82	4.9	5.18	5.31

**Gráfica 7. Promedio de los 6 Agentes Cementantes.**



Los resultados de la Titulación de los 5 líquidos y de un polvo (Ionómero de Vidrio AquaCem) de los diferentes agentes cementantes valorados en este estudio son los que se presentan en la siguiente tabla.

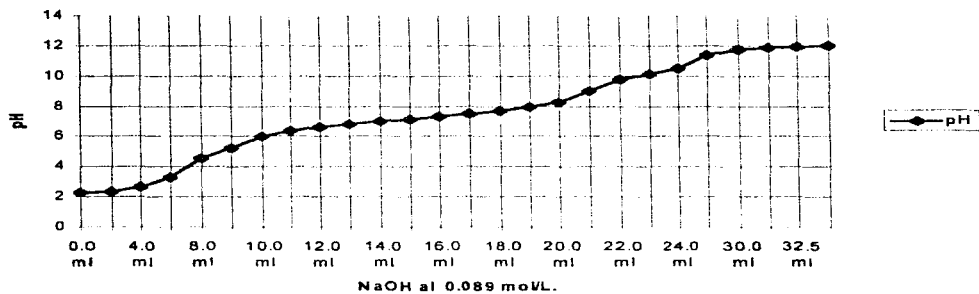
**TABLA 8**

**Contenido de ácido en los 5 líquidos y polvo-AquaCem (Gráficas 8-13)**

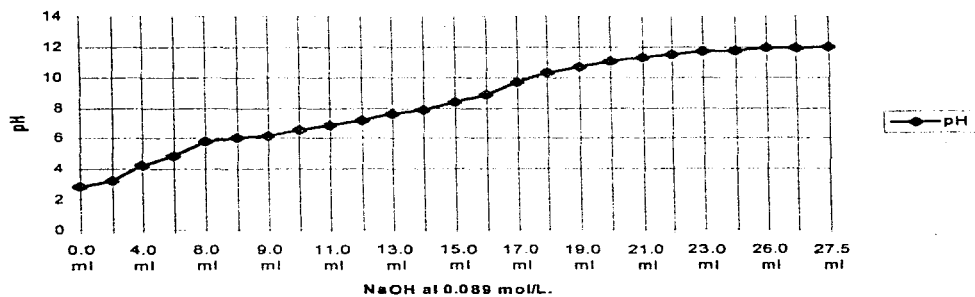
	<b>Contenido de ácido fosfórico</b>	<b>Contenido de ácido poliacrílico</b>
Fosfato-Medental	634 g/L	
Fosfato-Degussa	427 g/L	
Policarboxilato-PCA		35.06% p/p ó 35.06g ác/100g muestra
Policarboxilato-Durelon		36.7% p/p ó 36.7g ác/100g muestra
Ionómero-Degussa		157 g/L
Ionómero-AquaCem		26.3% p/p ó 26.3g ác/100g polvo



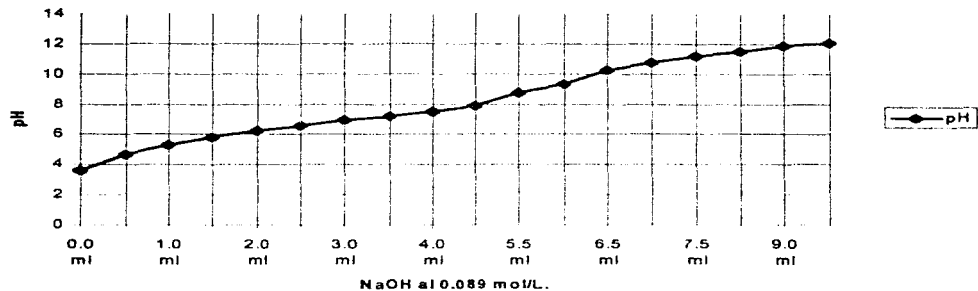
**Gráfica 8. Titulación del líquido del Fosfato Medental.**



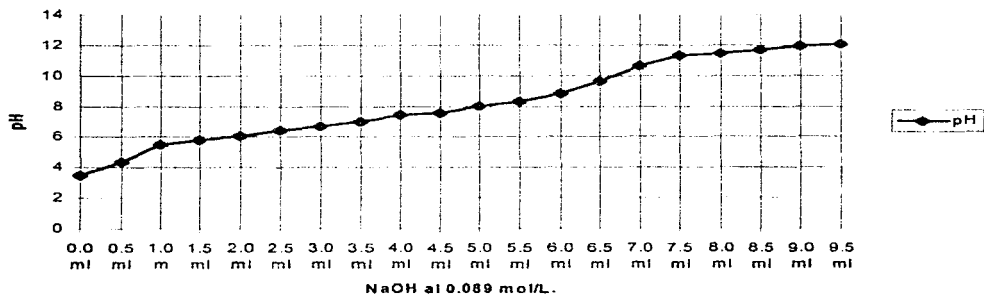
**Gráfica 9. Titulación del líquido del Fosfato Degussa.**



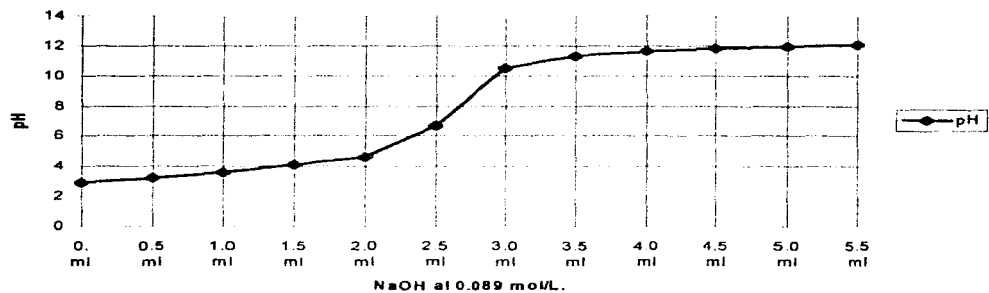
**Gráfica 10. Titulación del líquido del Policarboxilato PCA.**



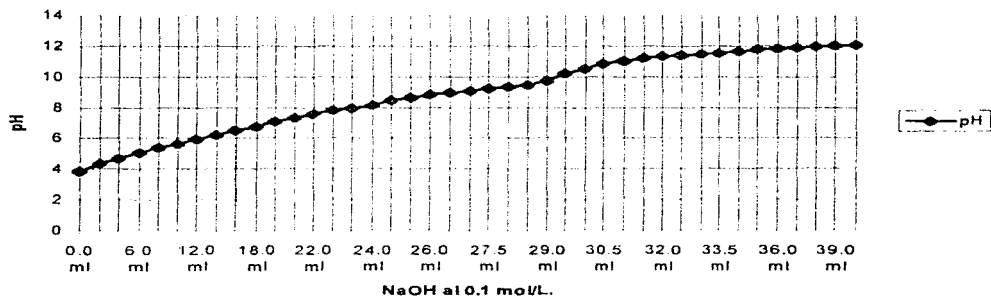
**Gráfica 11. Titulación del líquido del Policarboxilato Durelon.**



**Gráfica 12. Titulación del líquido del ionómero Degussa.**



**Gráfica 13. Titulación del polvo del ionómero AquaCem.**



## 4.8 DISCUSIÓN.

Al analizar las diferentes gráficas de pH a diferente tiempo para los distintos cementos, se observa lo siguiente:

En los primeros 10 min., los cementos de Fosfato y de Ionómero presentaron una acidez constante ( $3 < \text{pH} < 4$ ) para los fosfatos, y de ( $4 < \text{pH} < 5$ ) para los Ionómeros.

A los 20 minutos se incrementó el pH considerablemente para todos los cementos estudiados, (incrementos mayores de una unidad de pH). Para el caso de los fosfatos se mantuvo el pH (4.9 - 5.2) entre los 20 y 60 minutos después de preparada la mezcla. A partir de los 60 minutos se observó un aumento gradual en el pH hasta llegar a ( $5.3 < \text{pH} < 6$ ) a las 48 horas.

Referente a los cementos de Policarboxilato de Zinc, desde los 5 min. de iniciada la mezcla se presentó una acidez menos agresiva ( $\text{pH} = 4.65$ ) y se observó una elevación constante del pH durante las 48 hrs siguientes, éstos cementos siempre mostraron un pH mayor que los cementos de Ionómero y de Fosfato. El cemento Durelon presentó un  $\text{pH} = 6.64$  a las 24

hrs, valor que concuerda con el informado por Smith  $\text{pH} = 6.35$  (28). Éste tipo de cementos producen una respuesta pulpar leve, debido a que el ácido poliacrílico reacciona rápidamente con el polvo de óxido de zinc dando como resultado un  $\text{pH}$  menos agresivo a la estructura dental (6,3).

Por lo que respecta a los Ionómeros de Vidrio éste presentaron un comportamiento similar a los cementos de Fosfato. Estos resultados concuerdan con lo informado por Tobias (29), Hume (17), y Garcés (14), entre otros; quienes mencionan que éstos cementos son muy agresivos al tejido dental cuando son colocados cerca de pulpa o sin una protección adecuada, por lo que recomiendan que siempre que se utilicen éstos cementos, se debe de colocar Hidróxido de Calcio como base de primera elección y posteriormente proceder a cementar. Los resultados que se obtuvieron en este estudio de los Ionómeros de Vidrio que se mezclan con agua son semejantes a lo reportado por Smith (27,28), ya que se ha demostrado que existe una mayor acidez y por lo tanto se presenta con más frecuencia una sensibilidad postoperatoria después de colocado este cemento, que cuando se utiliza el Ionómero de Vidrio que se mezcla con el ácido poliacrílico.

De los 6 agentes cementantes probados, solo el Policarboxilato de Zinc PCA presentó un pH neutro (pH = 7.02) a los 60 min., el cual se elevó para dar un pH ligeramente alcalino a las 24 hrs (pH = 7.44) y a las 48 hrs (pH = 7.57).

Los otros cementos a las 48 hrs todavía manifestaron un pH ácido (Gráfica 7), como los Fosfatos los que presentaron un pH ácido (pH = 5.71 y 5.67), debido a que el líquido de éstos contiene una alta concentración de ácido fosfórico (634 g/L Medental y de 451g/L Degussa). Bermeyer (4), Brannstrom (6), Smith (28) realizaron estudios donde se evaluó éste cemento, y se concluyó que el cemento de Fosfato de Zinc normalmente produce una respuesta inflamatoria pasajera en pulpas sanas, por lo que Heys (16) recomienda colocar una protección adecuada como Hidróxido de Calcio o Barniz de Copal a la estructura dental siempre que se utilice dicho agente cementante. Los resultados obtenidos en este estudio soportan esta aseveración ya que dentro de los agentes cementantes que presentaron una mayor acidez fueron los Fosfatos de Zinc. (Tabla 7)

## CONCLUSIONES

Los agentes cementantes de Fosfato de Zinc y los Ionómeros de Vidrio presentaron un pH más ácido en relación con los Policarboxilatos de Zinc. Los Fosfatos presentaron un pH ácido debido a que los líquidos que los acompañan para su preparación contienen una alta concentración de ácido fosfórico. (Tabla 8)

En los Ionómeros de Vidrio evaluados, se observó una diferencia de pH mayor en el de la marca Degussa en relación con el AquaCem. Esta elevación de pH en el cemento Degussa se debe a que el líquido del cemento es una solución acuosa de un copolímero de ácido poliacrílico que se encuentra en una concentración de 157 g/L, mientras que el polvo del cemento AquaCem contiene el activo poliácido (26.3% p/p) y componentes de vidrio, el líquido es agua desionizada o bidestilada.

Aunque el líquido del Ionómero es ácido poliacrílico, al igual que el de Policarboxilato de Zinc, el Ionómero presentó un pH más ácido en relación a los cementos de Policarboxilato, ya que el polvo de óxido de zinc puede

ayudar a contrarrestar la acidez del ácido poliacrílico y la reacción de fraguado inicial de los Ionómeros es más lenta, por lo tanto se refleja en los cambios del pH. Siendo así el Policarboxilato PCA el único agente cementante que presentó un pH neutro a los 60 min., el resto de los agentes cementantes estudiados presentaron un pH ácido aún a las 48 hrs después de preparada la mezcla.

Para disminuir la agresión ácida de estos cementos en pulpas sanas, se recomienda colocar una protección adecuada como Hidróxido de Calcio o algún otro protector a la estructura dental, siempre que se utilice alguno de los cementos valorados en este estudio.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ATKINS P. W. Química General. Ed. Omega, Barcelona 1992. pp. 530, 560-64.
- 2.- BARCELÓ F., RAMÍREZ P. y GUERRERO J. Ionómero de Vidrio: valoración física de diferentes presentaciones. PO 16(4) Abr-95.
- 3.- BEAGRIE, MAIN, SMITH, and WALSHAW. Polycarboxylate cement as pulp capping gent. J. Canad. Dent. Assn 5: 378-83; 1974.
- 4.- BEBERMEYER R., and BERG J. Comparison of patient-perceived postcementation sensitivity with glass-ionomer and zinc phosphate cements. Quistessence International 25 (3): 209-14; 1994.
- 5.- BERRY E., and BERRY L. The Successful Use of Glass Ionomer Luting Cements Without Post-Cementation Sensitivity. Tex. Dent. J. 104 (2): 8-10; 1987.

- 6.- BRANNSTROM M., and NYBORG H. Pulpal reaction to polycarboxylate and zinc phosphate cements used with inlays in deep cavity preparations. JADA 94: 308-10; 1977.
- 7.- BROWN T., LE MAY, BORTEN B. Química La Ciencia Central. 5ta. Edición. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México 1993 pp. 672-74.
- 8.- Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. American Dental Association No.8, 61 y 66.
- 9.- Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. American Dental Association No. 96: Dental Water-Based Cements; 1994.
- 10.- Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Reported sensitivity to glass ionomer luting. JADA 109 (3); 476; 1984.
- 11.- CUNNINGHAM J., WILLIAMS D. Materiales en la Odontología. Ed. Mundi, Argentina 1982. pp 87-108.

12.- FIDEL Rivail, SILVA R., BARBIN E., SPANO J., y PECORA J. Evaluación "in vitro" del pH de algunos cementos endodónticos que contienen hidróxido de calcio. Rev:Fola/Oral 2: 65-67; 1995.

13.- GARRITZ A., CHAMIZO J. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. E. U. 1994. pp. 697-729.

14.- GARCÉS M., LEYVA R. y LEDESMA C. Respuesta del tejido pulpar ante un cemento a base de ionómero de vidrio y limadura de plata usado como obturación permanente. PO 12 (4): 35-39; 1991.

15.- GUZMAN B. H. Biomateriales Odontológicos de uso Clínico. Colombia 1990. pp. 45-80.

16.- HEYS R., FITZGERALD M., HEYS D., and CHARBENEAU G. An evaluation of glass ionomer luting agent: pulpal histological response. JADA 114: 607-11; 1987.

17.- HUME W. R. and MOUNT G. J. In vitro Studies on the Potential Cytotoxicity of Glass-Ionomer Cements. J. Dent Res 67 (6): 915-18; 1988.

- 18.- McLEAN J. W. Glass polyalkeonate (glass-ionomer) cements: a review. JADA 99: 221-26; 1979.
- 19.- MORÁN A., RAMÍREZ P. y BARCELÓ F. Ionómero de Vidrio. Dentista y Paciente Vol I (11); May 93.
- 20.- MORTIMER K., and TRANTER T. Preliminary Laboratory Evaluation of Polycarboxylate Cements. Brit. dent. J. 21: 365-70; 1969.
- 21.- MULLER J., HORZ W., BRUCKNER G., and KRAFT E. An experimental study the biocompatibility of lining cements based on glass ionomer as compared with calcium hydroxide. Dent Mater 6: 35-40; 1990.
- 22.- NORMAN R., SWATZ M. and PHILLIPS R. Direct pH Determinations of Setting Cement. 1 y 2, J. dent. Res., 45 (1): 136-43 and 1214-19; 1966.
- 23.- O'BRIEN-CRAIG. Materiales Dentales Ed. Interamericana México. 1993. pp. 131-41.

- 24.- PHILLIPS W. R. La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner. Ed. Interamericana, Séptima y novena edición. México 1986, 94. pp. 396-421, 501-525.
- 25.- QUIROZ L. Aplicaciones clínicas de los ionómeros de vidrio. PO 9 (1): 13-7; 1988.
- 26.- RING E. M. Historia de la Odontología. Ed. Doyma. pp. 305-06,260.
- 27.- SMITH D. C . Cementos dentales: estado actual y perspectivas. Clínicas de Norteamérica Vol. 4.(1983) Materiales Dentales. Ed. Interamericana, España 1984. pp. 557-806.
- 28.- SMITH D., RUSE D. Acidity off glass ionomer cements during setting and its relation to pulp sensitivity. JADA 112: 654-57; 1986.
- 29.- TOBIAS, BROWNE, PLANT, and INGRAM. Pulpal Response to a Glass Ionomer Cements. Brit. dent. J. 144 (11): 345-58; 1978.