



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

EROSION DENTAL CAUSADA POR BEBIDAS  
INDUSTRIALIZADAS DE ALTO CONSUMO

**T E S I S**

Q U E P R E S E N T A

**CARMEN ERENDIRA PAVIA VEGA**

PARA OBTENER EL TITULO DE:

**CIRUJANA DENTISTA**



DIRECTORA DE TESIS: MTRA. J. PAULINA RAMIREZ ORTEGA

ASESORA DE TESIS: DRA. MARGARITA V. GARCIA GARDURO

MEXICO, D. F.

2005

m 339802



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Pavía Vega Carmen

Escritura

FECHA:

10/01/2005

FIRMA:

[Firma manuscrita]

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

*ya que me brindó la oportunidad de prepararme para iniciar mi desarrollo profesional*

### **A LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, LABORATORIO DE MATERIALES DENTALES**

*por su apoyo para la realización de esta investigación.*

### **AL INSTITUTO DE FÍSICA DE LA UNAM, LABORATORIO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA**

*por las facilidades prestadas para los estudios de microscopía electrónica.*

### **A LA MTRA. J. PAULINA RAMÍREZ ORTEGA Y A LA DRA. MARGARITA V. GARCÍA GARDUÑO**

*por su interés y dedicación en la elaboración de esta investigación  
y por su orientación en mi formación académica.*

### **MTRA. JACQUELINE CAÑETAS, MTRO. CARLOS MAGAÑA, ING. CRISTINA ZORRILLA**

*Por su apoyo técnico para los estudios de microscopía electrónica*

### **A MI FAMILIA**

*especialmente a mi madre Olga Vega de la G y a Carlos Galicia R  
por su apoyo y cariño incondicional.*

## ÍNDICE

|                                                             | Pág.      |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN</b>                                              | <b>5</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>1 ANTECEDENTES</b>                                       | <b>8</b>  |
| 1.1 Revisión literaria                                      | 8         |
| 1.2 Etiología de la erosión dental                          | 10        |
| 1.2.1 Factores Intrínsecos                                  | 10        |
| 1.2.2 Factores Extrínsecos                                  | 11        |
| <b>1.3 BEBIDAS INDUSTRIALIZADAS</b>                         | <b>14</b> |
| 1.3.1 Bebidas Carbonatadas                                  | 14        |
| 1.3.2 Jugos y Néctares                                      | 15        |
| <b>1.4 ESMALTE DENTAL</b>                                   | <b>17</b> |
| 1.4.1 Histogénesis Dental                                   | 17        |
| 1.4.2 Características Físicas                               | 20        |
| 1.4.3 Propiedades Químicas                                  | 21        |
| 1.4.4 Estructura del Prisma                                 | 22        |
| 1.4.5 Solubilidad de la Apatita                             | 23        |
| 1.4.6 Dureza del Esmalte                                    | 25        |
| <b>1.5 MICROSCOPIA</b>                                      | <b>26</b> |
| 1.5.1 Microscopía Fotónica                                  | 26        |
| 1.5.2 Microscopía Electrónica                               | 27        |
| 1.5.2.1 Microscopía Electrónica de Barrido                  | 29        |
| <b>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                         | <b>31</b> |
| <b>3 JUSTIFICACIÓN</b>                                      | <b>32</b> |
| <b>4 HIPÓTESIS</b>                                          | <b>33</b> |
| <b>5 OBJETIVOS</b>                                          | <b>34</b> |
| <b>6 METODOLOGÍA</b>                                        | <b>35</b> |
| 6.1 Muestra                                                 | 35        |
| 6.2 Criterios de Inclusión                                  | 36        |
| 6.3 Criterios de Exclusión                                  | 36        |
| 6.4 Obtención de los Cortes de Esmalte                      | 36        |
| 6.5 Preparación de las muestras para las Pruebas de Erosión | 37        |

|              |                                                         |           |
|--------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6.6</b>   | <b>Experimento de Erosión</b>                           | <b>38</b> |
| <b>6.7</b>   | <b>Determinación del pH de las bebidas</b>              | <b>39</b> |
| <b>6.8</b>   | <b>Microscopía Óptica</b>                               | <b>39</b> |
| <b>6.9</b>   | <b>Caracterización y Análisis Químico</b>               | <b>40</b> |
| <b>7</b>     | <b>RESULTADOS</b>                                       | <b>41</b> |
| <b>7.1</b>   | <b>Medición de pH</b>                                   | <b>41</b> |
| <b>7.2</b>   | <b>Microscopía Fotónica</b>                             | <b>41</b> |
| <b>7.2.1</b> | <b>Microscopía Fotónica 4 Horas</b>                     | <b>42</b> |
| <b>7.2.2</b> | <b>Microscopía Fotónica 8 Horas</b>                     | <b>44</b> |
| <b>7.2.3</b> | <b>Microscopía Fotónica 24 Horas</b>                    | <b>47</b> |
| <b>7.3</b>   | <b>Microscopía Electrónica de Barrido</b>               | <b>50</b> |
| <b>7.4.1</b> | <b>Análisis Químico de los Cortes de Esmalte</b>        | <b>57</b> |
| <b>7.4.2</b> | <b>Análisis Químico de las Bebidas Industrializadas</b> | <b>66</b> |
| <b>7.5</b>   | <b>Análisis de la Relación Ca-P</b>                     | <b>69</b> |
| <b>8</b>     | <b>DISCUSIÓN</b>                                        | <b>72</b> |
| <b>9</b>     | <b>CONCLUSIONES</b>                                     | <b>77</b> |
| <b>10</b>    | <b>REFERENCIAS</b>                                      | <b>78</b> |
|              | <b>ANEXO</b>                                            | <b>84</b> |

## **RESUMEN**

La erosión dental, actualmente es un problema clínico que en los últimos años se ha incrementado en México debido al consumo excesivo de bebidas industrializadas.

El propósito de este estudio es analizar el efecto que las bebidas industrializadas pueden producir sobre el diente. Las bebidas seleccionadas fueron 3 refrescos (Coca Cola, Pepsi Cola y Fresca), 2 jugos (Naranja y Durazno) y una bebida para deportistas (Gatorade Mandarina) que se comercializan en nuestro país.

Se obtuvieron cortes de esmalte de terceros molares de personas jóvenes, no erupcionados de las zonas palatina, lingual o vestibular extraídos por motivos ortodónticos. Estos cortes fueron incluidos en resina poliéster dejando libre la superficie de esmalte a evaluar. Se formaron 6 grupos de 9 muestras para cada solución de prueba y se utilizó también un grupo control con saliva artificial. Se colocaron las muestras en el Impinging Jet, utilizado en la prueba de erosión ácida, descrito en la Norma 96 de la Asociación Dental Americana, donde se hizo correr la solución de prueba y éstas se fueron retirando en grupos de 3 muestras de forma escalonada a las 4, 8 y 24 horas. Se observó por medio de microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido y análisis químico obteniendo que las muestras tratadas con bebidas carbonatadas fueron las que mayor ataque y pigmentación presentaron, seguidas por las muestras atacadas por la bebida para deportistas y el ataque de los jugos fue en forma más superficial sobre el esmalte dental.

**Palabras clave:** erosión dental, refrescos, jugos, bebidas para deportistas.

Los resultados parciales de este trabajo fueron presentados en el XIII Internacional Materials Research Congress 2004, en el Symposium 18 "Electron Microscopy Application in Materials Science" Cancún, México, Agosto 2004.

## INTRODUCCIÓN

### EROSIÓN DENTAL

La erosión de los tejidos dentales es uno de los problemas clínicos que en la actualidad ha incrementado su incidencia, la cual es provocada principalmente por las dietas industrializadas. En México la erosión dental no ha sido investigada ampliamente, a pesar de que el consumo de bebidas industrializadas en especial, es excesivo.

El término “erosión” deriva del verbo latín *erodere*, *erosi*, *erosum* (corroer), y se refiere al proceso de destrucción gradual de la superficie de algún material, usualmente por procesos oxidantes.<sup>1</sup> Clínicamente la erosión dental o *erosio dentium* describe la pérdida de tejido dental duro patológica crónica localizada e indolora por acción química de un ácido sin intervención de bacterias.<sup>1</sup> En 1979, Eccles, definió la erosión dental como la pérdida progresiva e irreversible del tejido dental duro por un proceso químico que no involucra la acción bacteriana.<sup>2</sup>

Entre los alimentos que producen erosión dental, se encuentra la dieta caracterizada por sólidos y bebidas ácidas. La ingesta de líquidos ha sido cada vez más recomendada por los nutriólogos, por lo que en la actualidad la comercialización y el consumo de bebidas industrializadas se ha incrementado, lo cual, podría significar un riesgo para la salud bucal, ya que se ha demostrado que el pH de las bebidas que se comercializan, es ácido por lo que pueden producir desmineralización de los tejidos duros dentales. Dicha acidez se debe a las sustancias ácidas presentes en la composición de las bebidas, así como a las sustancias utilizadas para estabilizar el sabor y la gran cantidad de ácido fosfórico que contienen.



Inicialmente, la característica clínica más común de la erosión dental es la pérdida de brillo del esmalte que se manifiesta como una lesión larga, en forma de “U” sin ángulos nítidos, cuando esta lesión compromete la dentina, provoca sensibilidad a la temperatura y a la presión osmótica (Fig. 1). Cuando se presenta en dientes con restauraciones, la lesión en el esmalte se torna prominente lesiones y se proyectan encima de la superficie dental (Fig 2).<sup>3</sup>



Fig. 1 Imagen clínica de erosión dental, donde la flecha muestra la lesión en forma de “U” en molares.



Fig. 2 Imagen clínica de erosión dental en dientes con restauraciones donde se observa una falta de continuidad en el esmalte.

## **I ANTECEDENTES**

### **1.1 REVISIÓN LITERARIA**

La erosión dental causada por bebidas industrializadas ha sido estudiada en otros países, por ello es importante mencionar los hallazgos de estas investigaciones.

La primera referencia que se tiene sobre el estudio del contenido de las bebidas industrializadas es de Crampton cuando en 1902, a petición del Departamento de Comercio de los EE.UU., hizo un análisis químico de la Coca-Cola en donde reportó un contenido del 16 a 20% de ácido fosfórico<sup>4</sup>; el cual es utilizado en Odontología regularmente para desmineralizar la superficie dental.

Casi 40 años después Retarski, fue el primero en hacer investigaciones sobre los efectos de bebidas ácidas en dientes de ratas de laboratorio.<sup>5</sup> Posteriormente, Grobler (1980), evaluó el potencial erosivo de diferentes jugos y determinó la cantidad de calcio que se liberaba del esmalte después de exposiciones por periodos de 40 minutos, los resultados indican que la erosión inicial más alta, la produce el albaricoque que tiene mayor acidez. En cuanto a las bebidas de uva y guayaba producen valores intermedios, mientras que las de manzana y naranja tienen los valores más bajos de erosión.<sup>6</sup> En un estudio paralelo, con un método similar se encontró que el jugo de naranja y las bebidas de cola causaron la mayor desmineralización durante los primeros periodos de tiempo, seguidos por el jugo de manzana. Concluyó que la bebida de cola dietética causó menor erosión atribuyéndose este hecho a la concentración de calcio de la bebida de cola dietética, ya que tuvo más del doble que el de las otras bebidas.<sup>6</sup>

Más adelante, Meurman y Frank (1991) observaron, basados en los cambios de la superficie del esmalte, que el ácido maléico contenido en las bebidas recomendadas para los deportistas (pH 3.4) son menos erosivas que el ácido cítrico contenido en jugos (pH 2.8) o el ácido fosfórico contenido en las bebidas de cola (pH 2.6), después de 15 a 30 minutos de exposición; la diferencia de unidades de pH entre las bebidas puede ser un factor determinante en la erosión dental.<sup>7</sup>

El único estudio realizado en México es el de Maupomé (1995), donde reporta el patrón de consumo de refrescos en la Ciudad de México, señalando que los jóvenes son los mayores consumidores de bebidas carbonatadas.<sup>8</sup>

Por otro lado, Larsen y Brunn (1998), realizaron experimentos *in vitro* en los que demostraron, que cuando el esmalte se expone a una solución acuosa inorgánica con pH de 4 ó 5, insaturada en relación a hidroxiapatita y fluorapatita, la superficie del esmalte se altera, formando una lesión macro y microscópicamente semejante a la erosión que se desarrolla en la cavidad bucal debida a los refrescos. Encontraron que esta situación puede ocurrir clínicamente cuando los niveles de pH salival son inferiores a 4.5 debido al consumo de frutas o bebidas ácidas.<sup>9</sup>

Lussi en el 2000, comparó el potencial erosivo con diferentes bebidas en dientes temporales y permanentes. La microdureza superficial se midió antes y después de inmersión de 3 minutos de las muestras. Tanto en dientes primarios como en permanentes, la bebida carbonatada *Sprite®* produjo disminución en la microdureza superficial, mientras que un yogurt demostró un incremento en la microdureza superficial en los dientes temporales. La comparación de la susceptibilidad a la erosión en este modelo *in vitro* demostró que los dientes temporales no fueron más susceptibles comparados con los dientes permanentes.<sup>10</sup> En el 2004, en otro reporte aseveró que el pH de la alimentación no determina el potencial erosivo ya que factores químicos, biológicos y de conducta pueden modificar el proceso erosivo.<sup>11</sup>

## **1.2 ETIOLOGÍA DE LA EROSIÓN DENTAL**

La erosión dental, no es producto de los ácidos de la flora intraoral sino que proviene de fuentes intrínsecas y/o extrínsecas, llamados también factores intrínsecos y/o extrínsecos (Fig 3).<sup>1,12</sup>



Fig 3. Imagen clínica de erosión dental

### **1.2.1 FACTORES INTRÍNSECOS**

La erosión dental debida a factores intrínsecos es causada por el ácido gástrico que llega a la cavidad oral como resultado del vómito o reflujo gastroesofágico. Puesto que la manifestación clínica de la erosión dental, no ocurre hasta que el ácido gástrico ha actuado sobre el tejido duro dental durante varios años, la erosión dental causada por factores intrínsecos ha sido observada solo en aquellas enfermedades asociadas con vómitos crónicos o reflujo gastroesofágico persistente por un largo periodo.<sup>13</sup>

Ejemplos de tales condiciones incluyen desórdenes del tracto digestivo superior, específicamente desórdenes endocrinos y metabólicos, casos de efectos secundarios de algunos medicamentos y desórdenes psicosomáticos como vómito psicosomático inducido por estrés, anorexia y bulimia nerviosa.<sup>13,14</sup>

## 1.2.2 FACTORES EXTRÍNSECOS

Las causas extrínsecas de la erosión dental pueden ser agrupadas bajo las siguientes categorías: ambiental, dieta, medicación, estilo de vida y factores conductuales.

- Los factores *ambientales*, afectan a trabajadores expuestos a vapores ácidos de algunas fábricas y piscinas cloradas con bajo pH, debido a un inadecuado control y mantenimiento.<sup>15</sup>
- Los factores *dietéticos* han recibido mayor atención y son los que afectan a un mayor segmento de la población. Con respecto a la dieta ácida, se ha prestado una particular atención a las frutas y bebidas, muchas de éstas han sido evaluadas por su potencial erosivo en el laboratorio y en experimentos con animales.<sup>15</sup>

Mundialmente hay una obsesión por la pérdida de peso. Se ha notado que las dietas con un alto consumo de frutas cítricas o jugos de fruta, son parte de los planes para la reducción de peso. Además individuos con desórdenes alimenticios como la bulimia pueden complicar su problema de erosión por regurgitación con el consumo de grandes cantidades de jugos, frutas ácidas o bebidas carbonatadas.<sup>13</sup>

Con respecto a las personas que consumen frutas cítricas más de dos veces al día, se ha observado que presentan un riesgo hasta 37 veces mayor para desarrollar lesiones por erosión. Riesgos semejantes parecen ocurrir con la ingesta de vinagre de manzana hasta 10 veces mayor; las bebidas para deportistas y bebidas carbonatadas son 4 veces más riesgosas cuando estas bebidas son consumidas diariamente.<sup>16</sup>

- Diversos estudios han asociado ciertos *medicamentos* como los sustitutos salivales y los productos de salud oral (enjuagues orales) con la aparición de erosión dental ya que muchos de estos productos tienen un pH bajo por lo que afecta su uso frecuente.<sup>12,15</sup>
- El incremento en el consumo de bebidas para deportistas, bebidas carbonatadas *light* y jugos así como el excesivo consumo de jugos de frutas como parte de regímenes dietéticos, son factores de *estilo de vida* se consideran muy importantes con respecto al desarrollo de erosión dental.<sup>12, 15</sup>

Actualmente muchas personas están siguiendo estilos de vida aparentemente más saludables que incluyen ejercicio físico y una dieta considerada sana con más frutas y vegetales. Esto ha sugerido que los individuos con actividades deportivas extenuantes pueden tener un riesgo más alto para la erosión dental debido al frecuente consumo de bebidas ácidas para deportistas, jugos de fruta u otras bebidas ácidas carbonatadas.<sup>15</sup>

Si bien es cierto que el ejercicio incrementa la pérdida de fluidos corporales y puede llevar a la deshidratación y disminución del flujo salival así como satisfacer una creciente demanda de energía y necesidad de líquidos que se compensan mediante el consumo de bebidas ácidas para deportistas con azúcar durante el tiempo en el que el flujo salival está disminuido esto puede ser doblemente peligroso para la dentición.<sup>15</sup>

Por otro lado un *estilo de vida* insano también puede estar asociado con erosión dental. Duxbury (1993) sugirió que el uso de la droga llamada “éxtasis” comúnmente consumida por adolescentes, puede contribuir a la erosión dental.<sup>14</sup>

- La evidencia clínica actual disponible, apoya fuertemente el rol de muchas comidas y bebidas ácidas comúnmente consumidas que provocan el desarrollo de la erosión dental.<sup>14</sup>

Las lesiones por erosión del esmalte dental debido a la ingesta de frutas y bebidas ácidas se localizan con mayor frecuencia en el tercio cervical vestibular de los dientes anteriores, a pesar de existir la posibilidad de ocurrir en cualquier otra región dental.<sup>15</sup>

- Se ha detectado que los *factores conductuales* tienen una estrecha relación con los casos clínicos de erosión debido a que gran cantidad de individuos abusan en el consumo diario de jugos de fruta o bebidas ácidas industrializadas.<sup>17</sup>

Destacándose también que el consumo de bebidas ácidas antes de la hora de dormir son causa de desmineralización dental.<sup>19</sup> En la actualidad hay varios estudios que denotan preocupación por el incremento en la prevalencia de erosión o desgaste dental en niños.<sup>17,19,20,21</sup>

## 1.3 BEBIDAS INDUSTRIALIZADAS

### 1.3.1 BEBIDAS CARBONATADAS

Las bebidas carbonatadas pueden ser definidas como aquellas bebidas que son generalmente endulzadas, saborizadas, acidificadas y adicionadas con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El nombre de *carbonatada* se deriva del método original de adicionar el agua con dióxido de carbono preparado del bicarbonato de sodio o carbonato de sodio.<sup>9</sup>

En estas bebidas se permite el uso de varios acidulantes, de los cuales el ácido cítrico es el más utilizado. Cada uno tiene sus propias características y algunos como el ácido fosfórico y el acético presentan una aplicación limitada a ciertos refrescos. El sabor y la calidad de las bebidas carbonatadas dependen en alguna medida de la cantidad y características del ácido adicionado. La acidez es un importante factor en todos los tipos de refrescos.<sup>22</sup>

El valor del pH de las bebidas industrializadas también influye sobre los conservadores los cuales tienen mayor actividad a bajos niveles de pH, por ejemplo el ácido benzoico y benzoatos cuya máxima actividad conservadora se obtiene cuando el pH de la bebida es inferior a 3.<sup>23</sup>

El ácido fosfórico que contienen estas bebidas es un componente capaz de acabar con el calcio de los dientes y de los huesos. "The consumer's Union", organismo de defensa del consumidor en Norteamérica, resalta el hecho de que el elevado grado de acidez de las bebidas carbonatadas afecta al consumidor ya que al aumentar la acidez de la sangre, el organismo se ve obligado a neutralizarla echando mano de las sales minerales de los huesos y los dientes, es por ello que el ácido fosfórico actúa como desmineralizante de todo el organismo, además de acabar localmente con el esmalte dental.<sup>23</sup>



El ácido fosfórico proporciona el pH del producto comercial y cuando se ingiere es el causante de que haya pérdida de moléculas de calcio, magnesio y sodio en el organismo, como respuesta del organismo para contrarrestar el exceso de ácido fosfórico que se acumula. El ácido fosfórico impide la absorción de hierro y de calcio, afectando negativamente el desarrollo de los huesos.<sup>22, 23</sup>

El CO<sub>2</sub> que se agrega a las bebidas carbonatadas, es un gas incoloro con un ligero olor picante que se disuelve parcialmente en agua formando ácido carbónico, el cual es el único gas apropiado para fabricar refrescos. El ácido carbónico es el responsable de una respuesta estimulante adicional en el cuerpo, del gusto y del picor que distingue a los refrescos carbonatados de sus similares sin carbonatar.<sup>22</sup>

### 1.3.2 JUGOS Y NÉCTARES

Es posible que los **jugos** de fruta, en una u otra forma, se hayan consumido durante muchos años. Sin embargo, hasta el siglo XIX el único medio de conservación conocido era la fermentación y la consiguiente transformación a vino o sidra. La industria comercial de jugos se inicia en 1869 con el embotellado de jugo de uva sin fermentar por la compañía Welch de Vineland, New Jersey. Esta industria introdujo el principio de conservación mediante la pasteurización. En la segunda mitad de los años 70, tuvo un enorme incremento el consumo de jugos de fruta. Esto fue como consecuencia de una demanda de bebidas que fueran compatibles con la idea de adoptar un estilo de vida saludable.<sup>24</sup>

En muchos países el **jugo** de fruta y el **néctar** se definen de un modo bastante preciso. Esto se considera necesario para evitar la confusión entre el jugo de fruta y las bebidas que lo contienen, tales como refrescos y gaseosas.<sup>24</sup>

En la Comunidad Económica Europea (CEE), una directiva define el **jugo** de fruta como el jugo obtenido mediante procesos mecánicos, puede ser fermentable o sin fermentar, que tiene las características de color, olor y sabor típicas de la fruta de la que procede. La definición de jugo de fruta se ha ampliado para incluir al producto obtenido a partir de un concentrado, el cual debe poseer las características sensoriales y analíticas equivalentes al jugo obtenido directamente de la fruta.

Los **néctares** de fruta, según la directiva de la CEE, se definen como “los productos no fermentados, pero fermentables, obtenidos mediante la adición de agua y de azúcares al jugo de fruta, jugo de fruta concentrado, puré de fruta o puré de fruta concentrado, o una mezcla de los anteriores”. Los néctares pueden contener hasta un 20% de azúcar añadido (o de miel).<sup>24</sup>

## 1.4 ESMALTE

Es importante para el estudio del esmalte conocer su histogénesis, características físicas y propiedades químicas para poder entender la disolución del esmalte provocada por el ataque de las soluciones de prueba bajo las condiciones de este estudio.

### 1.4.1 HISTOGÉNESIS DENTAL

El desarrollo del diente comienza cuando aparece un engrosamiento con forma de herradura en el epitelio del primordio de maxilar embrionario, a comienzos de la séptima semana de gestación. Este engrosamiento forma dos crestas, de las cuales la externa da origen al vestíbulo oral, mientras la interna o lámina dentaria da origen a los dientes.

El epitelio de la lámina dentaria prolifera en las zonas locales y forma varios engrosamientos redondos o alargados, los botones o gérmenes dentarios, que se extienden hacia el mesénquima subyacente y representan el comienzo del desarrollo de los dientes deciduos (Fig 4). Los botones dentarios se invaginan en el mesénquima, que penetra en la invaginación y se denomina papila dentaria, de donde se desarrollarán la dentina y la pulpa.<sup>25</sup>

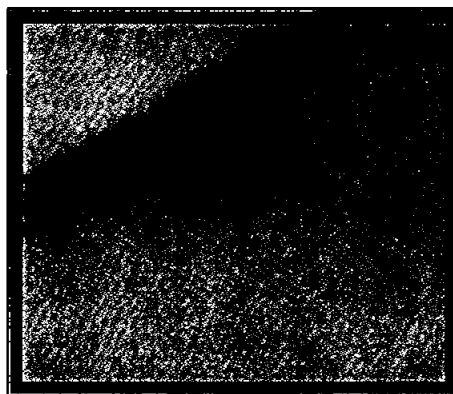


Fig 4. Muestra la formación de la lámina dental a partir del epitelio bucal (seis semanas de vida intrauterina).

En la invaginación el botón dentario epitelial adopta gradualmente la forma de casquete, denominado órgano del esmalte (Fig 5). La capa celular externa del órgano del esmalte se denomina ahora epitelio externo del esmalte, mientras que la capa interna se denomina epitelio interno del esmalte.<sup>25</sup>

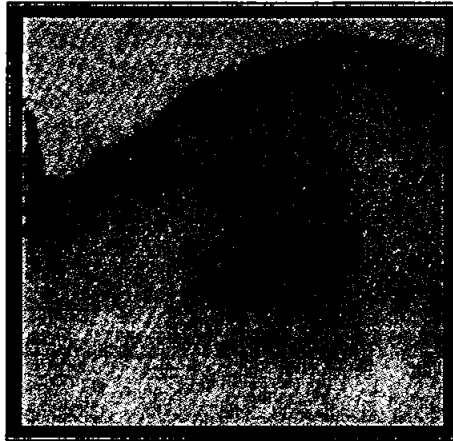


Fig 5. Muestra la etapa de casquete

Las células epiteliales del interior del órgano del esmalte están separadas por una sustancia intercelular compuesta de glucosaminoglucanos producidos por las células epiteliales que se diferencian hasta formar un retículo celular, el retículo estrellado.

Las células del epitelio externo del esmalte son cúbicas, mientras que las células del epitelio interno del esmalte se transforman en cilíndricas, ya que se diferencian en ameloblastos (Fig. 6).

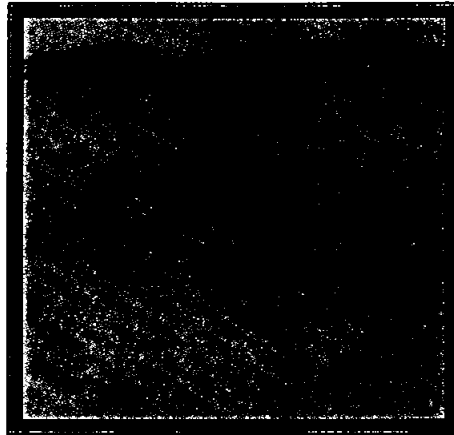


Fig 6. Se observa la etapa de campana temprana con un capuchón de dentina recién formada en la punta de la papila dental

En este momento de la etapa embrionaria, la constante invaginación del órgano del esmalte le confirió forma de campana, por lo que se habla de un estadio de campana avanzada (Fig 7). Las células mesenquimáticas de la papila dentaria cercanas al epitelio interno del esmalte se diferencian poco después del desarrollo de los ameloblastos a una capa de células cilíndricas altas, los odontoblastos, que forman una capa densa semejante al epitelio.<sup>25</sup>

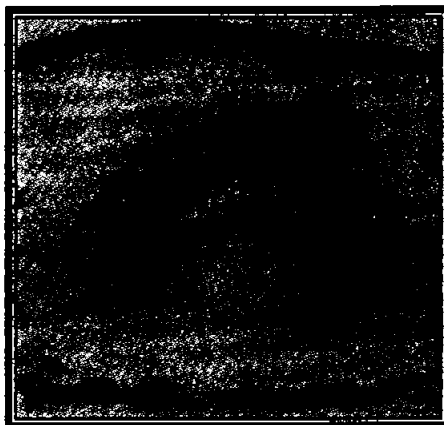


Fig. 7 Muestra la etapa de campana avanzada donde se completa la formación de la corona del diente deciduo

### 1.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El esmalte dental forma una cubierta protectora, de espesor variable, sobre todo en la parte cervical de la corona. Sobre las cúspides de molares y premolares, alcanza un espesor de 2 a 2.5 mm., adelgazándose hacia abajo como un filo de navaja en la región cervical del diente (Fig 8). Debido a su contenido elevado de minerales y a su disposición cristalina, el esmalte es el tejido calcificado más duro del cuerpo humano. La estructura específica y la dureza del esmalte lo vuelven quebradizo, hecho particularmente notable cuando pierde dentina sana. El color de la corona del diente que es cubierta por esmalte, varía desde blanco amarillento hasta blanco grisáceo; éste color se sugiere está dado por las diferencias de translucidez del esmalte y el color de la dentina.<sup>26</sup>

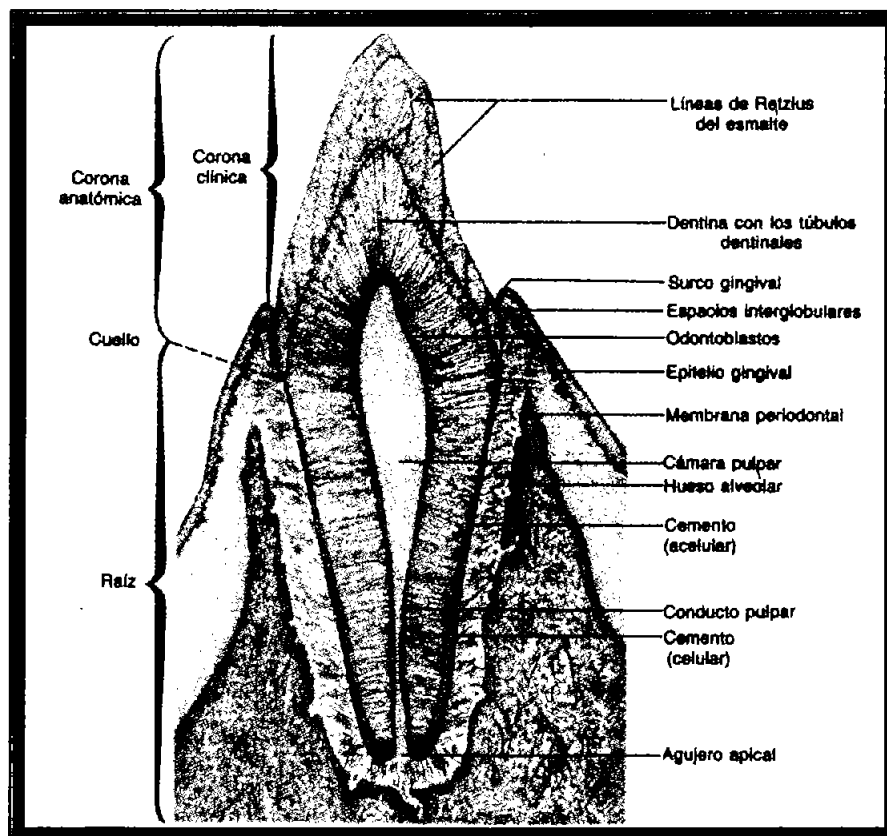


Fig 8. Esquema de un corte longitudinal de un diente

### 1.4.3 PROPIEDADES QUÍMICAS

El esmalte consiste principalmente de material inorgánico en un 96% de apatita y sólo el 4% de material orgánico y agua.

La matriz orgánica del esmalte es sintetizada por células (ameloblastos) derivadas del epitelio estratificado de la cavidad bucal primitiva. La matriz adamantina del diente en desarrollo contiene un sistema heterogéneo de proteínas con algunas características únicas como la composición en aminoácidos, conformación estructural y propiedades de agregación. Aunque la naturaleza de los elementos orgánicos no se conoce completamente, la bibliografía habla de dos proteínas que son amelogeninas (soluble al ácido fosfórico, forman una red fina alrededor de los prismas) y enamelinas (insolubles, aún después de ataques químicos).<sup>27</sup>

Las reacciones histoquímicas, permiten suponer que las células formadoras del esmalte de los dientes en desarrollo contienen también un complejo de proteína-polisacárido y que un mucopolisacárido ácido entra en el esmalte en el momento en que la calcificación es un hecho prominente.<sup>26</sup>

La proteína de los penachos adamantinos posee una composición uniforme y siempre está presente en el esmalte dental humano temprano y maduro y tiene mayor concentración cerca de la unión amelodentinaria. Como componente importante de la sustancia orgánica interprismática, podría proporcionar cierta elasticidad a la estructura inorgánica rígida.<sup>27</sup>

#### 1.4.4 ESTRUCTURA DEL PRISMA

El esmalte anatómicamente maduro consiste en una serie de prismas o barras de cuatro a seis micras de diámetro aproximadamente, que corren de la unión amelodentinaria a la superficie externa del esmalte. Los prismas están compuestos de cristales de apatita en una matriz orgánica hidratada, que es principalmente proteína.<sup>27</sup>

Estos prismas vistos con el microscopio óptico muestran formas hexagonales en sección transversal, pero a menudo son de forma circular o en arco (Fig 9). Cada prisma está rodeado de una vaina de prisma, una región con concentración más alta de materia orgánica, en el perímetro del prisma.<sup>27</sup>



Fig 9. Representación esquemática de los prismas del esmalte dental

Mediante la observación con el microscopio electrónico, se analizó que los cambios bruscos de la orientación de los cristales de esmalte en los límites de los prismas, sirven para definir la forma del corte transversal de los prismas individuales, la cual tiene aspecto de ojo de cerradura( Fig 10).<sup>27</sup>

La orientación de los cristales del esmalte están determinados por dos factores:

- Los cristales crecen en ángulo recto con la superficie del frente de mineralización.
- Donde hay un movimiento relativo entre la superficie del ameloblasto y la superficie del frente de mineralización, los cristales tienden a orientarse en dirección a ese movimiento.



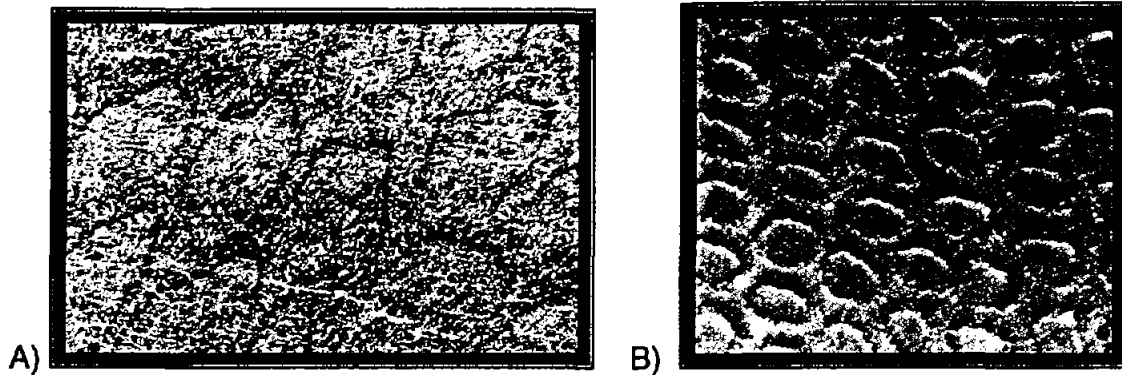


Fig 10. A) Corte transversal del esmalte donde los prismas tienen apariencia de ojo de cerradura. B) Prismas con forma circular con sustancia interprismática.

#### 1.4.5 SOLUBILIDAD DE LA APATITA

La integridad fisicoquímica del esmalte dental en el ámbito oral depende totalmente de la composición y la conducta química de los líquidos que lo rodean. Los principales factores que rigen la estabilidad de la apatita del esmalte con la saliva son el pH y las concentraciones de calcio, fosfato y fluoruro en solución.<sup>9</sup>

Las concentraciones totales de calcio y fosfato en la saliva varían según los individuos y hay variaciones también en el mismo individuo, dependiendo de la velocidad del flujo y de las proporciones de saliva que se origina en las glándulas parótida y submaxilar, gran parte del calcio y fosfato está ligado a las proteínas salivales o están presentes en forma de complejos.<sup>9</sup>

La disminución del pH de los líquidos que bañan los dientes puede ser causada directamente por el consumo de frutas y bebidas ácidas o indirectamente por la ingesta de carbohidratos fermentables que permiten una producción de ácidos por las bacterias de la placa bacteriana.

Con la caída del pH, la solubilidad de la apatita del esmalte aumenta drásticamente. Cálculos simples revelan que una caída del pH de una unidad dentro del rango de pH de 7 a 4 da origen a un aumento de siete veces la solubilidad de la hidroxiapatita.<sup>10</sup>

La solubilidad de las apatitas se afecta por el pH, debido a que la concentración de hidroxilos es inversamente proporcional a la concentración de hidrogeniones y la concentración de los complejos fosfatados iónicos depende del pH de la solución.<sup>9</sup>

El pH en el cual la saliva está exactamente saturada con respecto a la apatita del esmalte, es denominado a menudo "*pH crítico*". El valor de este pH dependerá de las concentraciones de calcio y fosfato en la saliva.

Los estudios sugieren que el *pH crítico* varía entre 5.2 y 5.5. Cuando la saliva está llegando a una hiposaturación con respecto a la hidroxiapatita, todavía permanece sobresaturada con respecto a la flúorapatita.

El pH al cual la saliva está exactamente saturada con respecto a la flúorapatita ha sido determinado cerca de 4.5.<sup>9</sup>

Dependiendo de estas condiciones químicas, el esmalte puede ser disuelto de dos maneras diferentes: por pérdida gradual del esmalte de la superficie por la erosión o por pérdida preferencial de mineral de la profundidad a una zona de la superficie, formando un tipo de lesión semejante a la caries.<sup>9</sup>

Los experimentos de laboratorio han mostrado que cuando el esmalte está expuesto a un pH entre 4.5 a 5.0 que está hiposaturado con respecto a la hidroxiapatita y la flúorapatita, la superficie del esmalte queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión natural.<sup>10</sup>

Esta situación en el esmalte en contacto con la saliva a un pH por debajo de 4.5 puede ocurrir localmente sobre las superficies del diente en conexión con el consumo de frutas y bebidas ácidas.

Cuando el esmalte es expuesto a un líquido hiposaturado con respecto a hidroxiapatita, pero sobresaturado con respecto a flúorapatita, se forma una lesión como la caries con una capa superficial relativamente poco afectada por una desmineralización de la subsuperficie; estas condiciones se presentan en la saliva dentro de unos límites de pH entre 5.5 y 4.5 y pueden prevalecer en el líquido de la placa *in situ*.<sup>9</sup>

#### **1.4.6 DUREZA DEL ESMALTE**

El esmalte presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. Una dureza Knoop (KHN) 8 (360-390 Kg/mm<sup>2</sup>) y una dureza Vickers de  $324.1 \pm 87.35 \text{ kg/mm}^2$ . La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica.<sup>11</sup>

La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización.

Cuando se produce la erosión del esmalte dental, la desmineralización inicial está caracterizada por una superficie reblandecida con disolución de prismas periféricos sin formación de lesión superficial. En este caso la microdureza superficial es suficientemente sensitiva para lesiones superficiales ya que se puede detectar estados tempranos de desmineralización.

## 1.5 MICROSCOPÍA

### 1.5.1 MICROSCOPÍA FOTÓNICA

El microscopio fotónico fue inventado por Zacharias Jansen en 1590 y desde entonces se ha convertido en un instrumento de gran utilidad para la investigación ya que nos permite observar objetos que no podemos ver a simple vista.

El microscopio fotónico está compuesto por tres sistemas (Fig. 11):

- Iluminación
- Óptico
- Mecánico

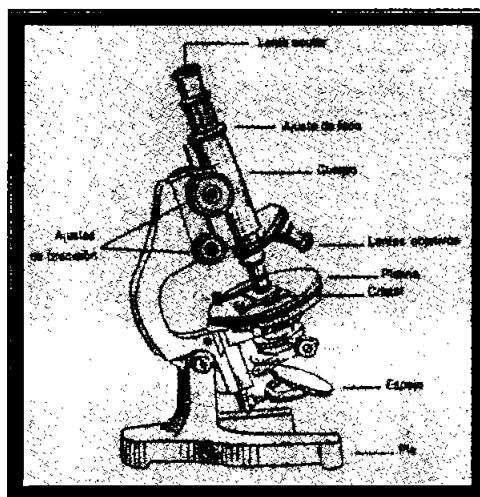


Fig. 11. Partes del microscopio óptico

La utilidad de éste tipo de microscopio reside en su capacidad de ampliación y capacidad de resolver detalles estructurales.<sup>28</sup>

### 1.5.2 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

El microscopio electrónico es un aparato con los mismos principios físicos que el microscopio fotónico, con la diferencia que el microscopio electrónico utiliza electrones. La microscopía electrónica actualmente en la investigación, se ha convertido en una herramienta fundamental en el estudio de la microestructura de los materiales inorgánicos y tejidos orgánicos ya que nos permite obtener información estructural, química y morfológica de la muestra.

El cañón electrónico consiste en un filamento con forma de V, donde fluye una corriente termoeléctrica y por efecto de la emisión termoiónica se provoca el desprendimiento de los electrones.<sup>28</sup>

La forma y material del filamento va a determinar la resolución del microscopio. Para la formación de imágenes, la columna del microscopio electrónico debe estar al alto vacío. El caso de los filamentos de tungsteno, requieren por lo menos  $10^{-6}$  Torr (1 Torr = 1 mm de Hg).<sup>28</sup>

Cuando el haz de electrones interacciona con la muestra se producen varios tipos de señales, las cuales nos permiten hacer la caracterización estructural y química de ésta. Estas señales son: electrones retrodispersados, secundarios, absorbidos, Auger, transmitidos y de rayos X (Fig 12).<sup>28</sup>

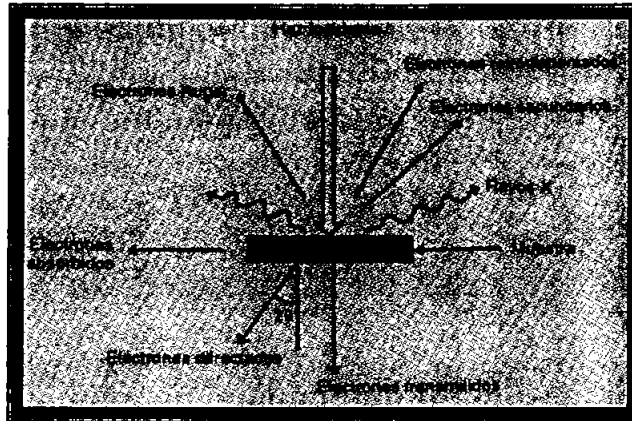


Fig. 12. Tipos de señales que se producen durante la interacción del haz electrónico con la muestra

Los electrones retrodispersados y secundarios nos dan información sobre la superficie de la muestra, permitiéndonos de este modo obtener una imagen topográfica de ella, siendo estos electrones la fuente de información para la microscopía electrónica de barrido (MEB).<sup>28</sup>

El microscopio electrónico cuenta con tres aperturas, las cuales realizan distintas funciones.<sup>28</sup>

- La apertura condensadora nos permite obtener un haz electrónico más homogéneo, puesto que al no permitir el paso de los electrones que se han desviado bastante del eje óptico se reduce la aberración cromática.
- La apertura colocada después de la lente objetiva es utilizada para permitir el paso de un solo haz, del conjunto de haces difractados y el haz transmitido.
- La apertura localizada en el plano-imagen de la lente objetiva se conoce como apertura de área selecta ya que nos permite seleccionar con alta precisión el área de donde proviene el patrón de difracción.

### 1.5.2.1 MICROSCOPÍA ELECTRONICA DE BARRIDO

El microscopio electrónico de barrido (MEB) fue construido por el físico alemán Manfred von Ardenne en 1938.<sup>28</sup>

El MEB es un instrumento diseñado para estudiar en alta resolución la superficie de los sólidos, se puede formar la imagen de los detalles más profundos de la superficie, para estudiar las características morfológicas y topográficas de la muestra.

Los parámetros que nos permiten conocer la calidad de un MEB son: la profundidad del foco, ruido de la imagen y la resolución (Fig 13).<sup>28</sup>

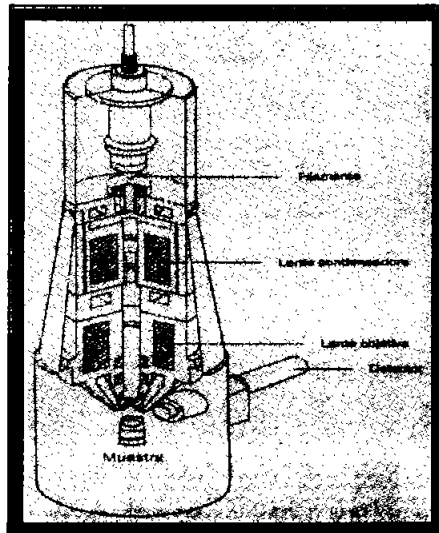


Fig. 13. Representación esquemática de un microscopio electrónico de barrido

El MEB, está basado en el hecho de barrer la muestra con un haz electrónico de sección transversal pequeña y de alta energía y generar una imagen punto a punto de ella (Fig. 14).

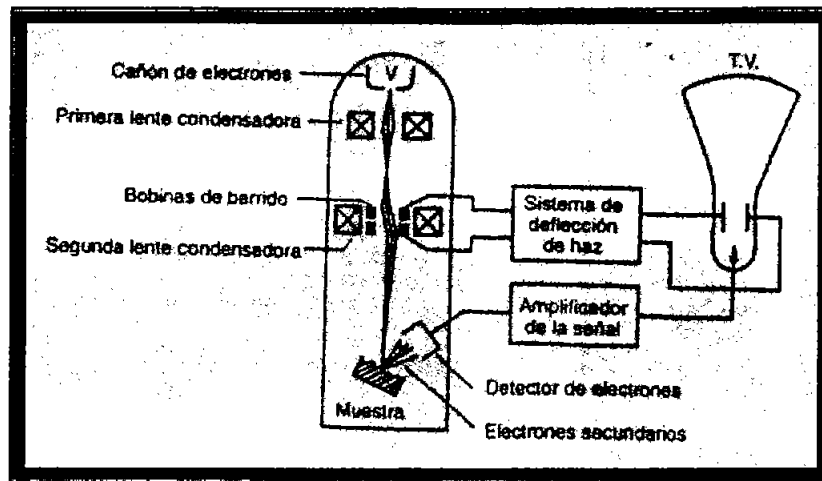


Fig. 14. Modo de formación de la imagen de un MEB



## **2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En los últimos años se ha venido incrementando el consumo masivo de jugos industrializados, bebidas para deportistas y especialmente de bebidas carbonatadas (refrescos) en México. Es de suma importancia estudiar el efecto que las bebidas industrializadas pueden producir sobre los dientes, ya que en otros países se ha comprobado que estas bebidas erosionan el esmalte dental por lo que se requiere investigar los problemas de salud bucal que estos productos pueden ocasionar en nuestro país.

### 3 JUSTIFICACIÓN

El consumo masivo de bebidas industrializadas en nuestro país ha sido reportado en las estadísticas del INEGI,<sup>29</sup> se estima que el consumo por persona es de 155 litros al año, por lo cual esta situación representa un factor de riesgo debido al efecto de erosión que pudieran tener sobre el esmalte dental, además el desconocimiento de los consumidores sobre los efectos que tienen sobre la estructura dental ya que se conoce que el consumo de bebidas comerciales modifica el grado de acidez de la cavidad bucal; lo que favorece la desmineralización de los tejidos dentales, interfiriendo a su vez en el proceso de remineralización. Este estudio nos permitirá conocer el potencial erosivo, observar los cambios morfológicos que sufren los prismas del esmalte y el grado de erosión que tienen las bebidas industrializadas sobre el esmalte dental.

## **4 HIPÓTESIS**

Los tres tipos de bebidas de esta investigación (jugos, refrescos y bebida para deportistas) tendrán un efecto erosivo sobre el esmalte dental.

Los tres tipos de bebidas de esta investigación (jugos, refrescos y bebida para deportistas) no tendrán un efecto erosivo sobre el esmalte dental.

La saliva artificial tendrá un efecto erosivo sobre el esmalte dental.

La saliva artificial no tendrá un efecto erosivo sobre el esmalte dental.

**VARIABLE INDEPENDIENTE (VI):** Bebida industrializada de alto consumo

**DEFINICIÓN DE LA VI:** Líquido para beber producido en una planta industrial, consumido en forma masiva y que posee en su composición una sustancia ácida.

**VARIABLE DEPENDIENTE (VD):** Erosión del esmalte dental.

**DEFINICIÓN DE LA VD:** Superficie hipomineralizada del tejido duro dental producido por un proceso químico que involucra la acción de ácidos, sin intervención de microorganismos que puede valorarse a través de la superficie del esmalte, ya que esta prueba puede detectar estados tempranos de desmineralización.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar si las bebidas industrializadas de alto consumo producen efectos erosivos en el esmalte dental y compararlos contra los causados por la saliva artificial.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir el pH de las bebidas carbonatadas (Coca Cola, Pepsi Cola y Fresca), del jugo de naranja (Del Valle) y de durazno (Del Valle) así como de una bebida para deportistas (Gatorade Mandarina).
- Medir el pH de la saliva artificial.
- Caracterizar el efecto erosivo sobre el esmalte dental producido por:
  - ❖ Bebidas carbonatadas (Coca Cola, Fresca y Pepsi Cola)
  - ❖ Jugos (Sabor Naranja y Durazno)
  - ❖ Bebida para deportistas (Gatorade Mandarina)
  - ❖ Saliva artificial
- Determinar que elementos se encuentran en la superficie del esmalte dental después de ser expuestos a las bebidas de estudio por 24 horas.
- Comparar el efecto erosivo producido por las 3 clases de bebidas seleccionadas en este estudio y la saliva artificial.
- Determinar la relación Ca/P en los cortes de esmalte sometidos a erosión producida por las soluciones de estudio durante 4, 8 y 24 horas.

## 6 METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo experimental, donde la población de estudio está conformada por 35 órganos dentarios (terceros molares), no erupcionados, los cuales fueron extraídos por motivos ortodónticos a personas jóvenes y expuestas a erosión por tres clases de bebidas industrializadas: bebidas carbonatadas, jugos y bebidas para deportistas.

### 6.1 MUESTRA

- Terceros molares humanos (35), no erupcionados, extraídos por motivos ortodónticos.
- La Tabla 1 muestra las bebidas seleccionadas para este estudio.
- Saliva artificial

| <b>BEBIDAS CARBONATADAS</b>    |                       |                  |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
|                                | <b>COMPañÍA</b>       | <b>CADUCIDAD</b> |
| 1.- COCA COLA                  | THE COCA COLA COMPANY | 17/12/2004       |
| 2.-PEPSI COLA                  | PEPSI COMPANY         | 09/02/2005       |
| 3.-FRESCA                      | THE COCA COLA COMPANY | 25/10/2004       |
| <b>JUGOS</b>                   |                       |                  |
|                                | <b>COMPañÍA</b>       | <b>CADUCIDAD</b> |
| 4.-NARANJA                     | DEL VALLE             | 18/01/2005       |
| 5.-DURAZNO                     | DEL VALLE             | 25/05/2005       |
| <b>BEBIDA PARA DEPORTISTAS</b> |                       |                  |
| 6.- GATORADE MANDARINA         | GATORADE DE MEXICO    | 18/02/2005       |

Tabla 1. Soluciones industrializadas de prueba

## **6.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Molares humanos extraídos sanos, libres de caries, restauraciones y malformaciones de estructura dentaria.
- Bloques de esmalte superficial, sin grietas, ni líneas de fractura al ser observados bajo el microscopio.
- Solamente las bebidas señaladas en el punto anterior.

## **6.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Órganos dentales que no cumplan los criterios de inclusión.
- Cualquier otra bebida no señalada en los criterios de inclusión.

## **6.4 OBTENCIÓN DE LOS CORTES DE ESMALTE**

Los 35 terceros molares extraídos por razones ortodónticos de personas entre 18 y 30 años fueron lavados con un cepillo dental y agua destilada y almacenados en solución fisiológica isotónica.

- Se eligieron los órganos dentarios, que cumplieron los criterios de inclusión, se montaron en una base de plástico utilizando resina autopolimerizable para obtener los cortes de las caras vestibulares y linguales o palatinas, con la recortadora de disco de diamante del Laboratorio de Materiales Dentales de la DEPeI (Thin Sectioning Machine, Gillings-Hamco) tratando de obtener las áreas más planas (Fig 15).
- Se utilizó la pieza de mano de alta velocidad (Midwest Tradition, USA) con fresas de diamante de grano mediano (#556), bajo adecuada irrigación para separar la parte radicular de los cortes de las caras vestibulares y linguales o palatinas, ya que era necesario obtener cortes de esmalte de aproximadamente 2 mm. de grosor.



Fig 15. Fotografía que muestra la obtención de los cortes de esmalte

### **6.5 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS PARA LAS PRUEBAS DE EROSIÓN**

Sobre una loseta de vidrio se colocaron los cortes de esmalte dental con el área de la superficie a evaluar sobre la loseta, rodeados por los cilindros de aluminio. Enseguida se colocó resina poliéster dentro de los cilindros de aluminio, se dejó polimerizar por 30 minutos; inmediatamente después las muestras se retiraron de los cilindros de aluminio (Fig 16).

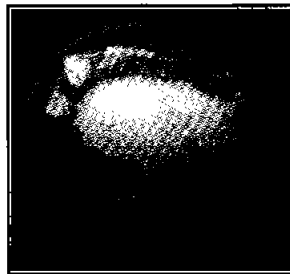


Fig. 16 Fotografía que muestra los cortes de esmalte incluidos en resina

## 6.6 EXPERIMENTO DE EROSIÓN

En los orificios de la platina del aparato de Erosión Ácida descrito en la Norma 96 de la Asociación Dental Americana (ADA)<sup>30</sup> del Laboratorio de Materiales Dentales de la DEPel, se insertaron 9 muestras (Fig. 17). En el contenedor se colocaron 5 litros de la solución de prueba.

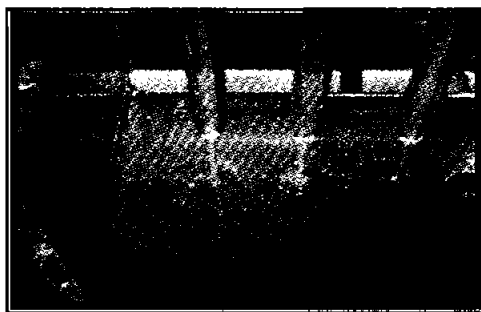


Fig 17. Fotografía de las muestras insertadas en la platina

El aparato posee 2 bombas de inmersión que se hacen funcionar para que la solución de prueba suba a una esfera que esta conectada a un distribuidor de 9 inyectores, cuyo diámetro interno es de 1 mm. y del cual, sale la solución de prueba que bañará constantemente las muestras insertadas en la platina, las cuales se retiraron en bloques de 3 muestras a las 4, 8 y 24 horas (Fig 18).

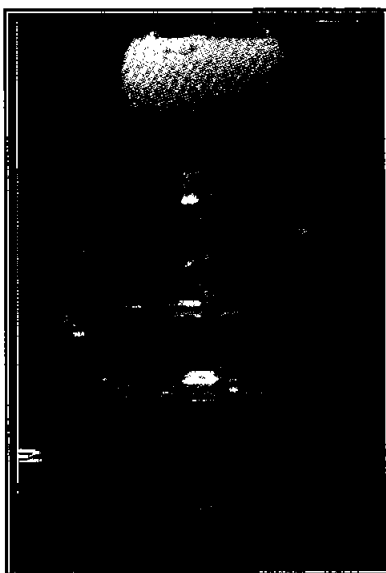


Fig 18. Fotografía del Aparato de Erosión Ácida (Impinging Jet)



## **6.7 DETERMINACIÓN DEL pH DE LAS BEBIDAS**

Con el Potenciómetro y electrodo combinado Equipar Conductronic pH 20 del Laboratorio de Bioquímica de la DEPeI, se hicieron las mediciones de pH de las 7 soluciones de prueba (Fig 21). Previamente se calibró el potenciómetro utilizando soluciones buffer con pH 7.00 y 4.01. Las determinaciones se hicieron bajo agitación magnética y lavando perfectamente el electrodo entre cada medición.

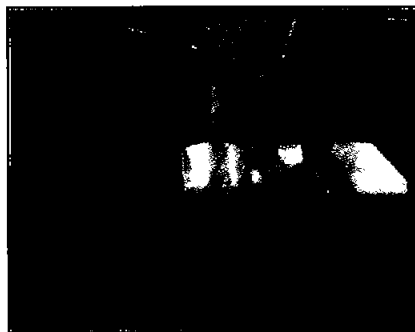


Fig. 21 Fotografía del Potenciómetro y electrodo combinado Equipar Conductronic pH 20

## **6.8 MICROSCOPIA ÓPTICA**

Se hicieron observaciones de las superficies de todas las muestras con el microscopio Digital Intel Play de Matel con objetivo de 10x del Laboratorio de Materiales Dentales de la DEPeI (Fig 19).



Fig 19. Fotografía del Microscopio Digital Intel Play de Matel

## **6.9 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS QUÍMICO**

### **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO JEOL JSM 5600 LV**

Se eliminó del corte de esmalte la mayor cantidad posible de la resina poliéster.

Para una mejor conducción de los electrones a las muestras de esmalte se les hizo un puente con pintura de plata, posteriormente se les colocó en el portamuestras del microscopio sobre una cinta de carbón.

Se hicieron observaciones con el MEB Jeol JSM 5600 LV del Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto de Física UNAM, con amplificación de 1000x. Posteriormente se realizó el análisis químico de las muestras con el detector de EDS NORAN (Fig. 20).

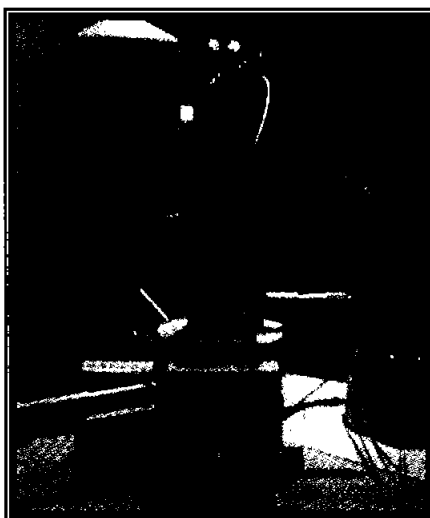


Fig. 20. Fotografía del Microscopio Electrónico de Barrido Jeol JSM 5600 LV

## **7 RESULTADOS**

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos por las diferentes técnicas que fueron utilizadas para observar la erosión del esmalte dental causada por el efecto de las bebidas probadas. La presentación de estos resultados se hará de tal forma que la secuencia vaya de acuerdo a como se obtuvo la información.

### **7.1 MEDICIÓN DE pH**

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las mediciones de pH de las soluciones de prueba utilizadas en este estudio.

| <b>Coca Cola</b> | <b>Pepsi Cola</b> | <b>Fresca</b> | <b>Jugo de Naranja</b> | <b>Jugo de Durazno</b> | <b>Gatorade Mandarina</b> | <b>Saliva Artificial</b> |
|------------------|-------------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 2.78             | 2.43              | 2.94          | 3.59                   | 3.22                   | 2.95                      | 6.66                     |

**Tabla 2**

### **7.2 MICROSCOPIA ÓPTICA**

Las muestras sometidas a las pruebas de erosión fueron observadas en el microscopio Digital Matel, con un objetivo de 10x, con el que se analizaron y compararon las superficies de los cortes de esmalte expuestos a las soluciones de prueba durante 4, 8 y 24 horas con un corte de esmalte que no fue sometido a la prueba de erosión.

En la Fig. 22 se observa la superficie de un corte de esmalte dental, el cual no fue sometido a la prueba de erosión, por lo que la superficie se observa lisa, brillante y continua.



Fig 22. Imagen de la superficie de esmalte dental humano sin tratamiento de erosión.

### **7.2.1 SUPERFICIE DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS A LA PRUEBA DE EROSIÓN DURANTE 4 HORAS**

En las Figs. 23 y 24 se observa que la superficie de los cortes de esmalte, sometidos a la prueba de erosión con saliva y jugo de durazno respectivamente, conservan las mismas características que un corte de esmalte sin tratamiento de erosión.

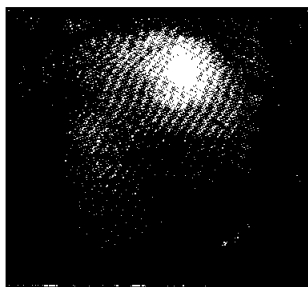


Fig 23. Saliva

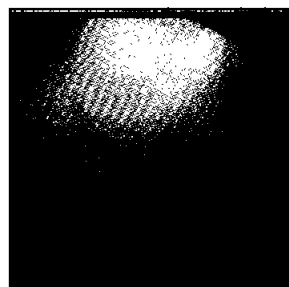


Fig 24 J Durazno

En las Figs. 25 y 26 la superficie de los cortes de esmalte tratados con jugo de naranja y Gatorade mostraron un desgaste continuo con aspecto pulido y brillante.

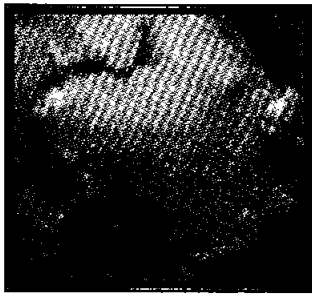


Fig. 25 J. Naranja

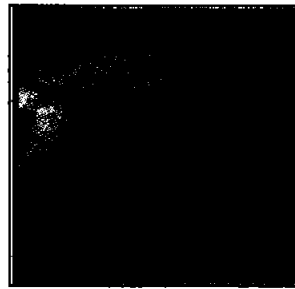


Fig. 26 Gatorade

En las Figs. 27, 28 y 29 se puede observar que las superficies del esmalte son rugosas, opacas, blanquecinas y tienen un aspecto muy similar al del esmalte grabado por ácido fosfórico. En la Fig. 29 tratada con Pepsi también se puede observar una pigmentación café en algunas zonas de la muestra.

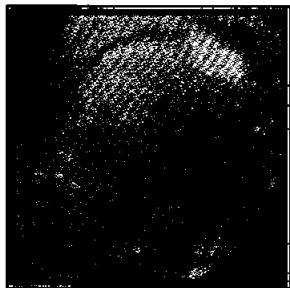


Fig. 27 Fresca

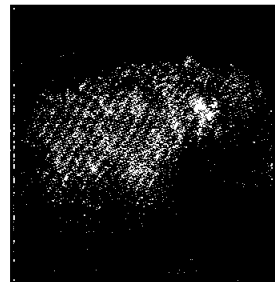


Fig. 28 Coca Cola

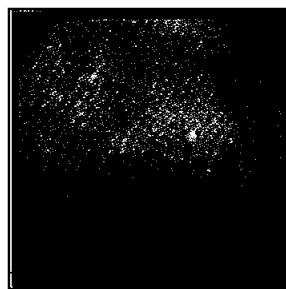


Fig. 29 Pepsi Cola

### 7.2.2 SUPERFICIE DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS A LA PRUEBA DE EROSIÓN DURANTE 8 HORAS

En la Fig. 30 la superficie de la muestra tratada con saliva aparentemente no ha sido atacada por la solución ya que se observa íntegra y su apariencia es semejante al esmalte sin tratamiento.

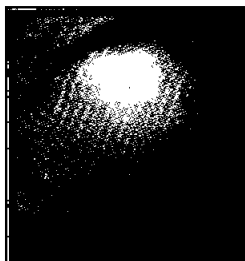


Fig. 30 Saliva

En las Figs. 31 y 32 las superficies de los cortes de esmalte tratados con jugo de naranja y durazno respectivamente mostraron un desgaste continuo con aspecto pulido y ligeramente pigmentados de color anaranjado en las zonas periféricas.

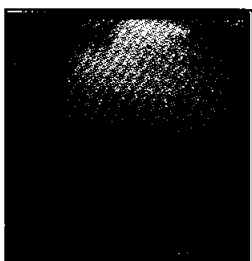


Fig. 31 J. Naranja

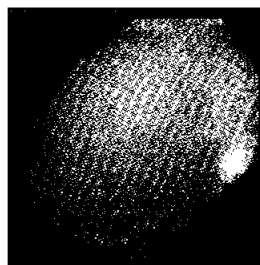


Fig. 32 J. Durazno

En la Fig. 33 se puede observar directamente que en la parte inferior izquierda de la muestra tratada con Gatorade hay una pérdida de sustancia y pigmentación anaranjada causada por el colorante de la bebida, así como rugosidad y falta de continuidad en la zona superior derecha.

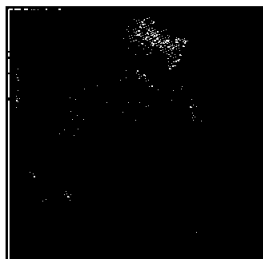


Fig. 33 Gatorade

La Fig. 34 correspondiente al esmalte tratado con Fresca tiene un mayor ataque a la superficie del esmalte ya que se observa pérdida de la sustancia en la zona central. También es más evidente que en la periferia la superficie es más rugosa, opaca y blanquecina que la muestra tratada durante 4 horas.

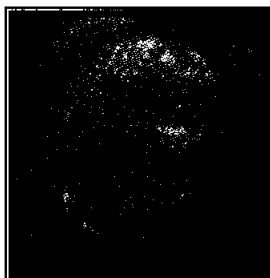


Fig. 34 Fresca

En las Figs. 35 y 36 tratadas con los refrescos sabor cola se observa que hay pérdida de sustancia mucho mayor a la presentada en las muestras anteriores, se pueden observar las diferentes capas de desgaste, así como también pigmentación color café que abarca casi la mitad de las muestras.

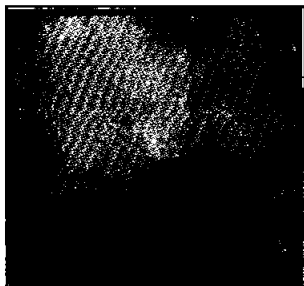


Fig. 35 Coca Cola

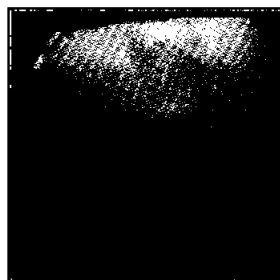


Fig. 36 Pepsi Cola



### **7.2.3 SUPERFICIE DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS A LA PRUEBA DE EROSIÓN DURANTE 24 HORAS**

En la Fig. 37 la muestra tratada con saliva, se observa aparentemente sin ataque en la superficie, aunque se ve ligeramente opaca.

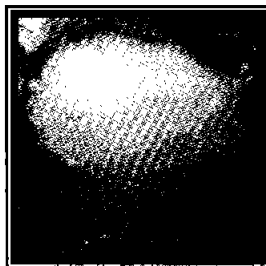


Fig 37 Saliva

En la Fig. 38 de la muestra tratada con jugo de naranja se observa una superficie muy rugosa en la periferia de la muestra y en la zona central hubo pérdida de la sustancia en forma gradual dejando una superficie lisa y opaca.

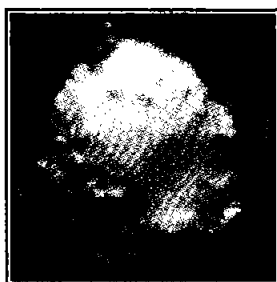


Fig. 38 J. Naranja

En la Fig. 39 la muestra tratada con jugo de durazno tuvo pérdida de la sustancia en forma gradual y homogénea dejando una superficie con aspecto liso como si se hubiera pulido. También presentó pigmentación color café en la zona inferior.

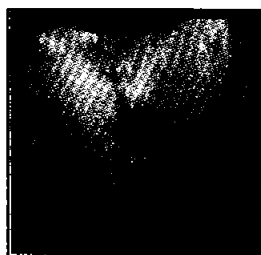


Fig. 39 J. Durazno

En la Fig. 40 la zona derecha de la muestra tratada con Gatorade, desapareció por completo, quedando en la zona izquierda un pedazo delgado de esmalte, el cual se encuentra pigmentado de color anaranjado.



Fig. 40 Gatorade

En la Fig. 41 la muestra tratada con Fresca se observa mayor ataque en el centro de la muestra por lo que ahí hubo mayor pérdida de la sustancia, la superficie quedó pulida y opaca.

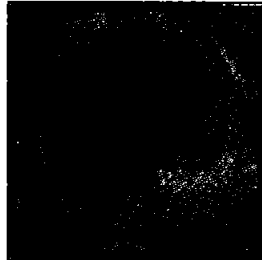


Fig 41. Fresca

En las Figs. 42 y 43 se observa pérdida de la sustancia como en la Figura 41, pero la diferencia es que el desgaste se dió en forma escalonada y no de forma homogénea. También la pigmentación en estas dos muestras fue de color café en toda la superficie de las muestras, las cuales estuvieron con los refrescos de cola.

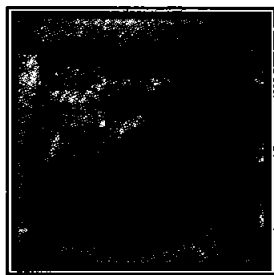


Fig. 42 Coca Cola

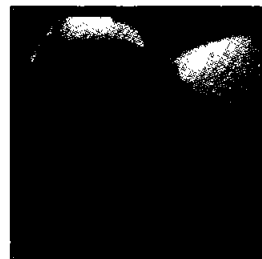


Fig. 43 Pepsi Cola

### 7.3 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

En la Fig. 44 se muestran las imágenes de MEB de la superficie del esmalte atacada durante 4, 8 y 24 horas por saliva artificial. Las figuras 44A y 44B muestran los prismas del esmalte dental, en los cuales no se observa erosión. En la figura 44C se observó erosión en el centro de los prismas, principalmente en la zona central de la muestra. Esta erosión se podría atribuir a la fuerza con la que la saliva artificial cae sobre las muestras producida por el aparato de erosión.

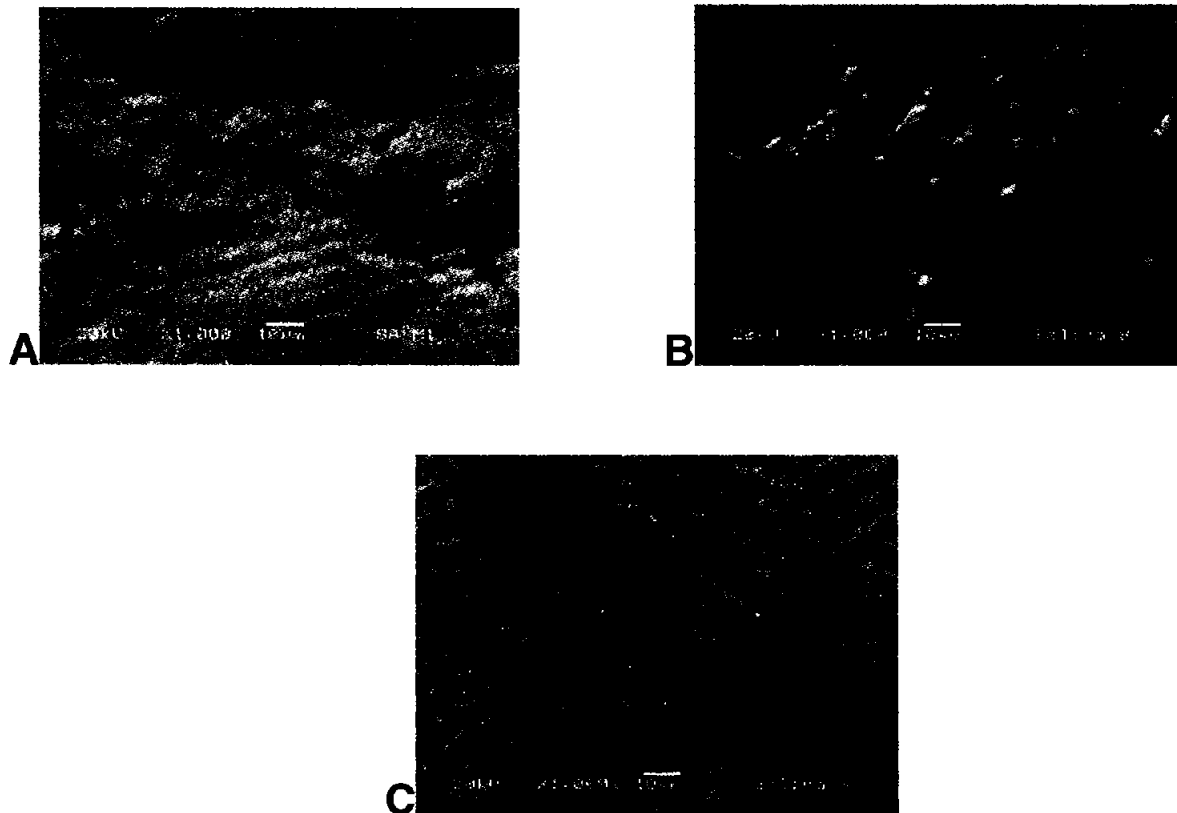


Fig. 44 Imágenes obtenidas por MEB que muestran las superficies de esmalte tratadas con saliva artificial durante: (A) 4 horas; (B) 8 horas; (C) 24 horas.

En la Fig. 45 se observa la secuencia de los cambios morfológicos exponiendo los prismas del esmalte durante el ataque con jugo de durazno durante 4, 8 y 24 horas. En la figura 45A se aprecia ligera erosión en la superficie del esmalte, en cambio en la figura 45B se observan fracturas profundas y erosión en el centro de los prismas. La figura 45C muestra fracturas con mayor profundidad, así como erosión en algunas zonas se observa en el centro de los prismas y en otras hay un ataque interprismático.

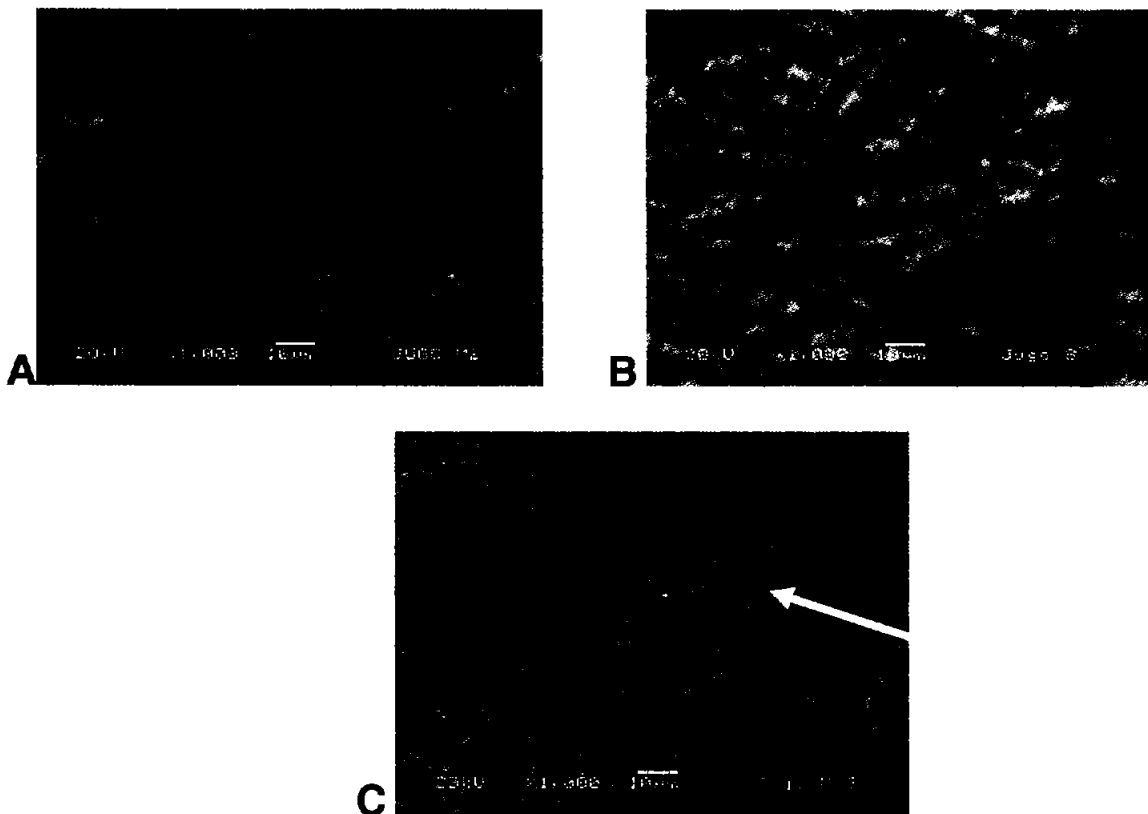


Fig. 45. Imágenes obtenidas por MEB de las superficies de esmalte tratadas con jugo de naranja durante: (A) 4 horas; (B) 8 horas; (C) 24 horas, la flecha indica el ataque interprismático

En la figura 46A mediante MEB se puede observar que hay un mayor ataque producido por el jugo de durazno desde las 4 horas de exposición, en el cual la erosión en el centro de los prismas es marcada y se pueden identificar las diferentes direcciones de los prismas del esmalte. La figura 46B muestra como debido al ataque se observan los prismas del esmalte en sección transversal, en la forma característica de “ojo de cerradura”. La Figura 46C presenta un ataque mayor en la zona central de la muestra, en donde la erosión se dió en el centro de los prismas.

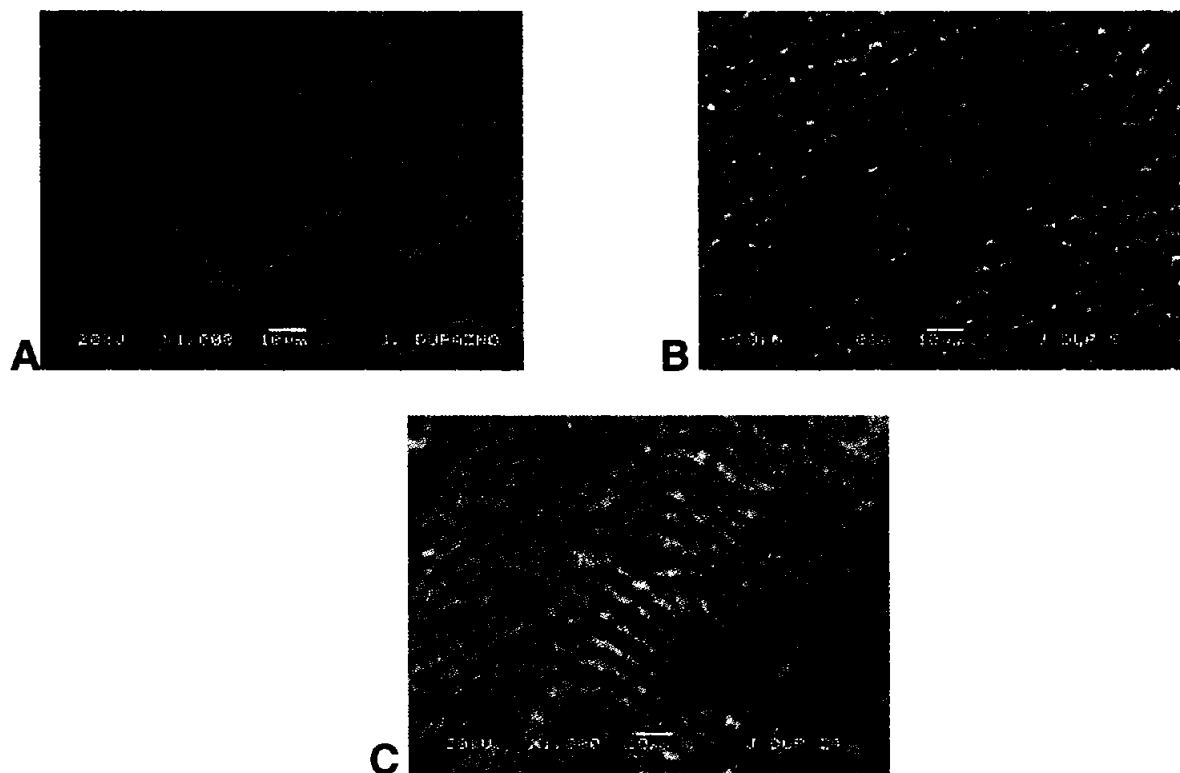


Fig. 46 Imágenes obtenidas por MEB de las superficies de esmalte tratadas con jugo de durazno durante: (A)4 horas; (B)8 horas; (C)24 horas

La figura 47A correspondiente al esmalte tratado con Gatorade, en el cual por MEB se observa una superficie con irregularidades y donde no se pueden identificar los prismas de la superficie del esmalte. La figura 47B muestra la forma característica de los prismas de esmalte en forma granular debido a que el ataque se dio principalmente en la zona interprismática. La figura 47C corresponde sólo a una pequeña parte de la periferia del corte, debido a que la muestra desapareció; en esta zona se observa el ataque a los prismas del esmalte y una fractura.

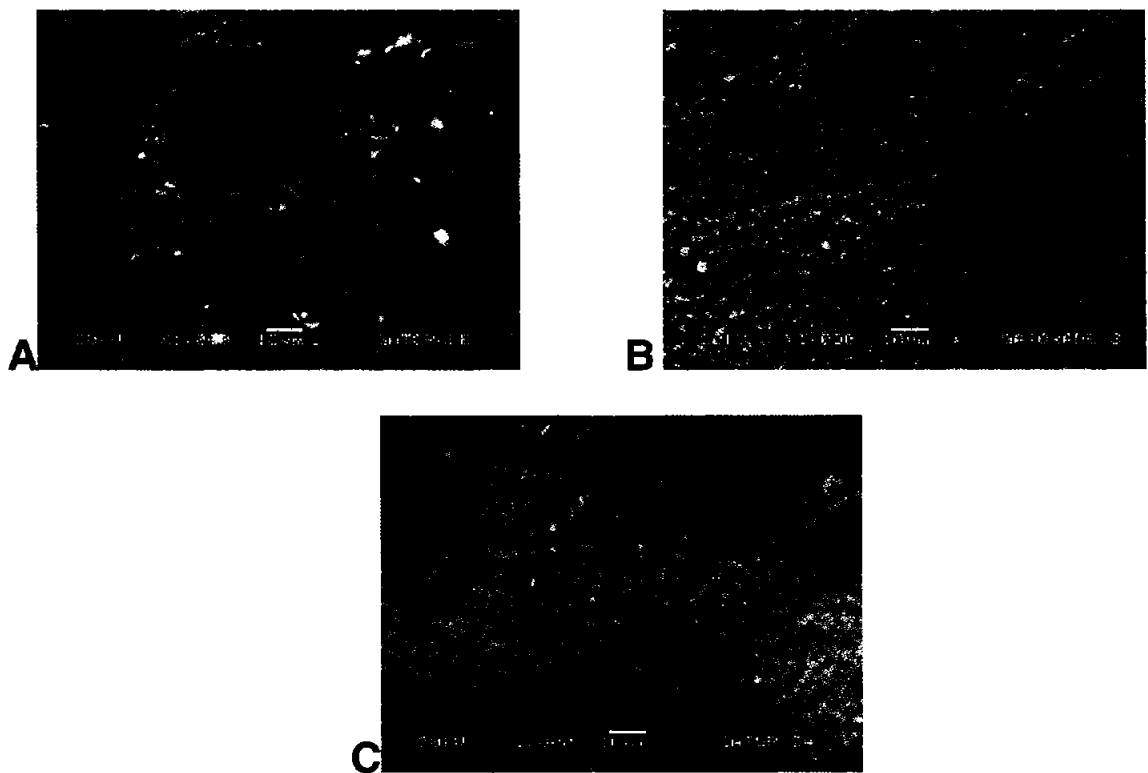


Fig. 47 Imágenes obtenidas por MEB de las superficies de esmalte tratadas con Gatorade durante: (A) 4 horas; (B)8 horas; (C)24 horas

En la figura 48A se muestra una imagen de MEB panorámica con una amplificación de 500x del corte tratado durante 4 horas con Fresca, en donde se puede ver que el ataque se dió en varias zonas de la muestra. En la figura 48B se observan dos zonas de la muestra, donde la zona profunda muestra que la erosión se produjo en el centro de los prismas y en la zona superficial hay una ligera erosión en el centro de los prismas. La figura 48C se observan los prismas de esmalte en 2 diferentes direcciones y en forma granular debido a que el ataque se dió principalmente en la zona interprismática. En la figura 48D no se puede observar la morfología de los prismas ya que la superficie es lisa con irregularidades.

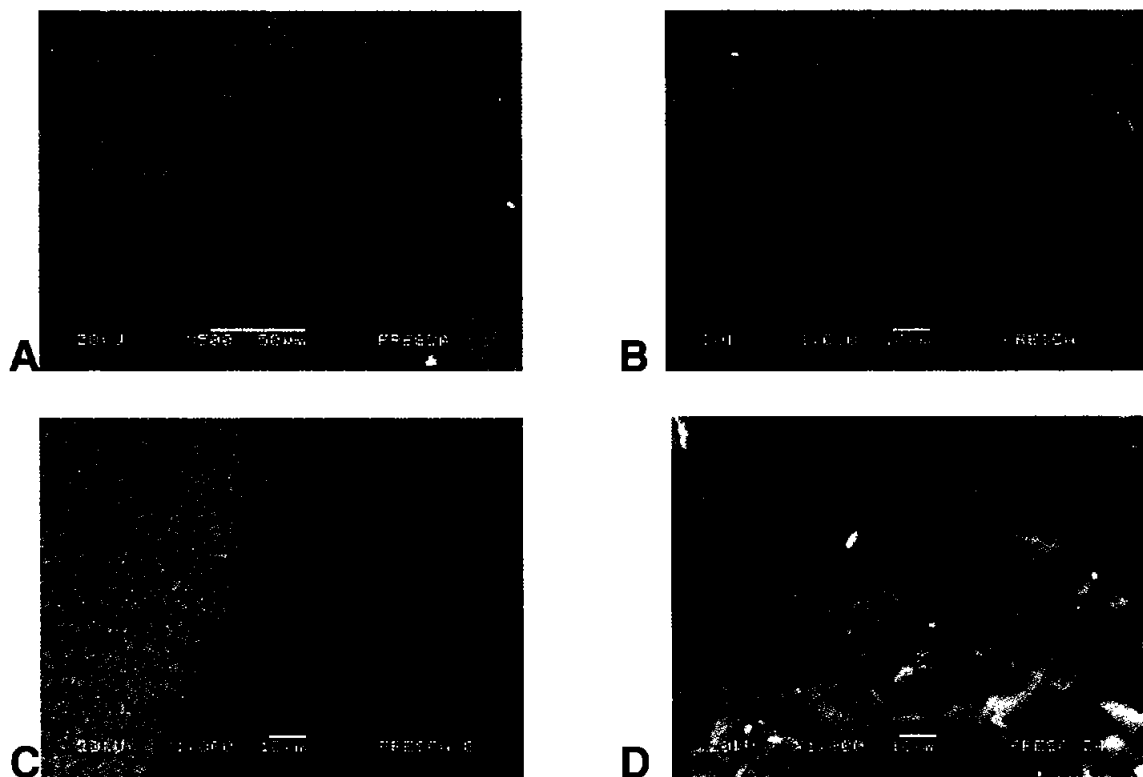


Fig. 48 Imágenes obtenidas por MEB de las superficies de esmalte tratadas con Fresca durante: (A) 4 horas vista panorámica; (B) 4 horas; (C) 8 horas; (D) 24 horas



En la Fig. 49A correspondiente a la muestra tratada con Coca Cola se observan varias fracturas en sentido vertical y horizontal y que el ataque fue en el centro de los prismas. En la figura 49B se observa la zona superficial de la unión amelodentinaria, también se pueden observar restos de la zona interprismática; en la figura 49C se muestra una zona más profunda y definida de la unión amelodentinaria. También se puede observar gran pigmentación.

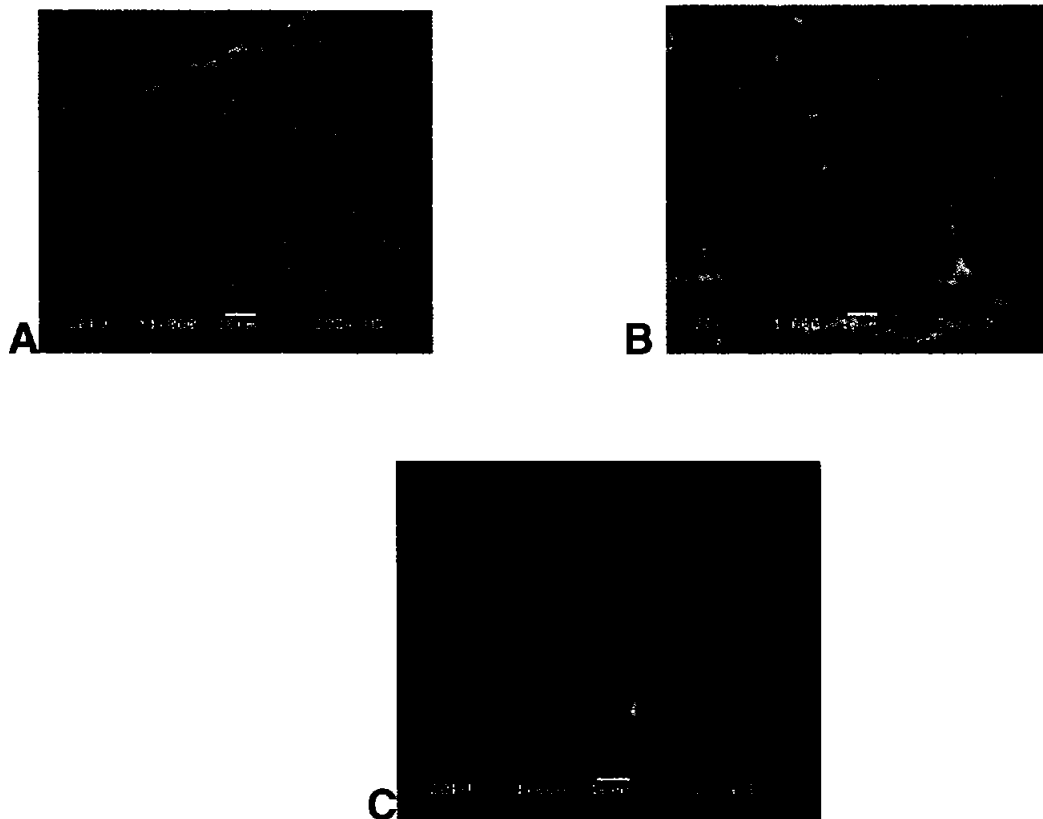


Fig. 49 Imágenes obtenidas por MEB de las superficies de esmalte tratadas con Coca Cola durante: (A) 4 horas; (B) 8 horas; (C) 24 horas

En la Fig. 50A se observó un ataque en el centro de los prismas del esmalte tratado con Pepsi Cola. La figura 50B muestra una vista panorámica con una amplificación de 500x en la que se pueden ver 2 zonas una clara en donde el ataque es en el centro de los prismas y se observa mejor en la figura 50C. En la figura 50D la superficie se observa irregular y no se puede distinguir la morfología del esmalte

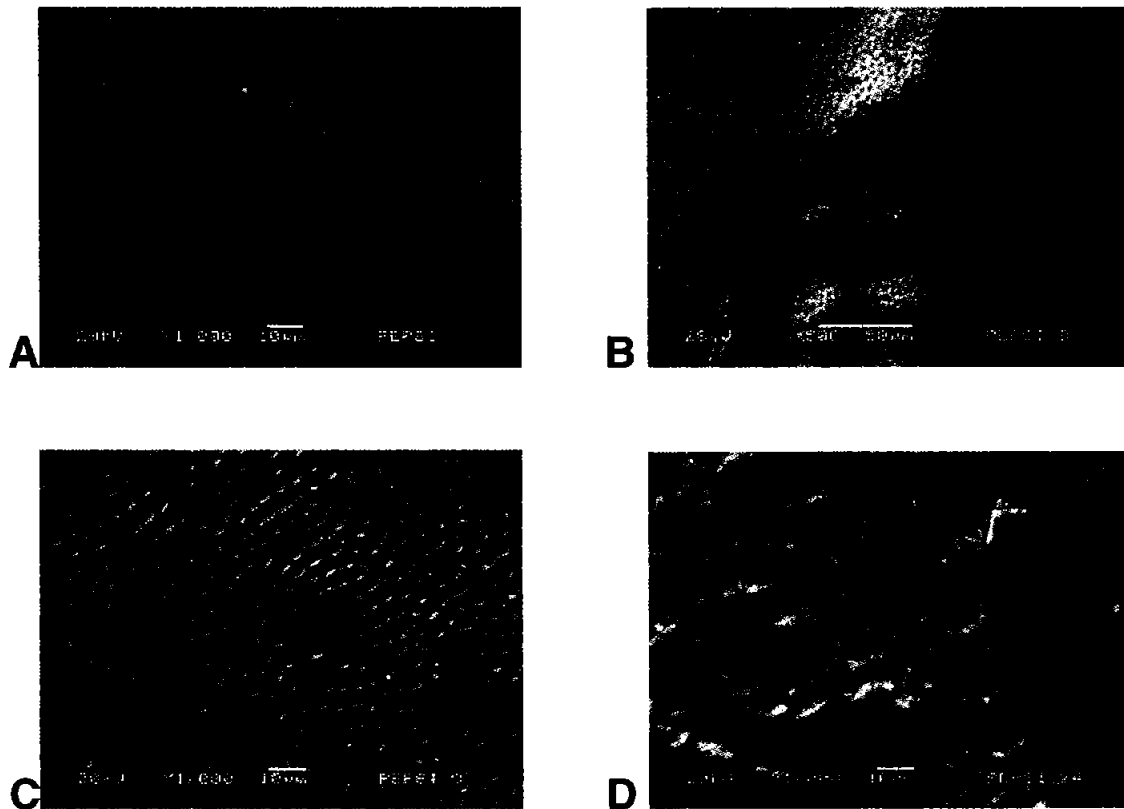


Fig. 50 Imágenes de las superficies de esmalte tratadas con Pepsi durante: (A) 4 horas; (B) 8 horas vista panorámica; (C) 8 horas; (D) 24 horas

#### **7.4.1 ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS CORTES DE ESMALTE**

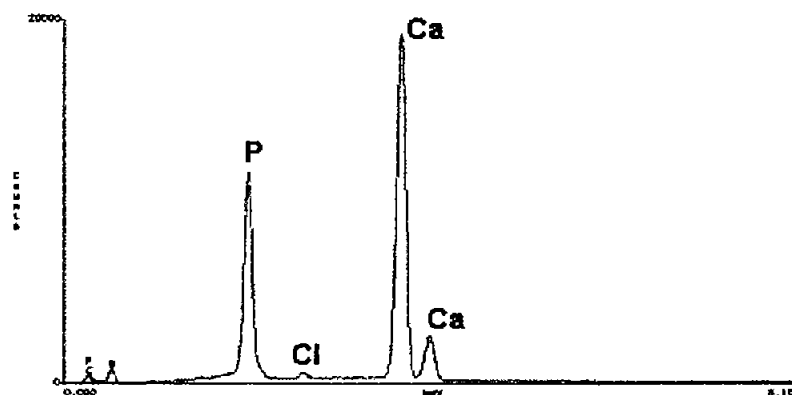
Al MEB JEOL 5600 LV se le adicionó el detector de EDS NORAN y se realizó el análisis químico de las superficies del esmalte tratadas con las bebidas industrializadas y la saliva artificial, para determinar como el ataque de éstas, influía en los procesos de desmineralización específicamente en la relación Calcio- Fósforo.

En los análisis químicos de las muestras tratadas durante 4 y 8 horas se observó que la relación Calcio – Fósforo se mantuvo estable. También se observó la aparición de Carbono en las muestras atacadas durante 4 horas por bebidas carbonatadas y Gatorade, lo cual es un indicador de descomposición y que estuvo presente en diferente proporción en todas las muestras de 8 y 24 horas.

La relación Calcio - Fósforo en las muestras tratadas durante 24 horas no fue estable y se observó que conforme la cantidad de Carbono aumentaba la relación Calcio – Fósforo disminuía, así como también en algunas de las muestras hubo presencia de azufre, por lo cual, se decidió analizar la composición química de las bebidas industrializadas.

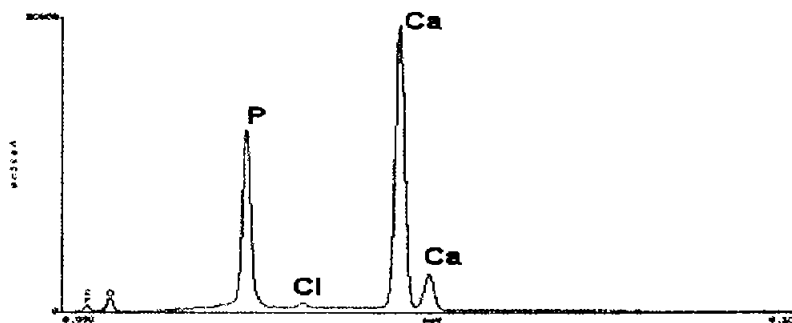
## ANÁLISIS QUÍMICO 4 HORAS

### SALIVA



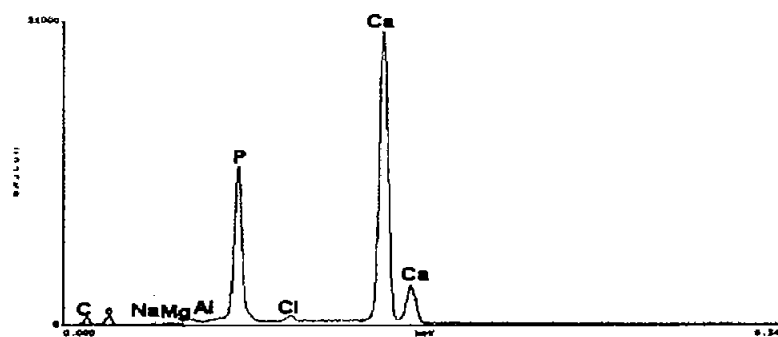
| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 75.66 | 23.43 |

### JUGO NARANJA



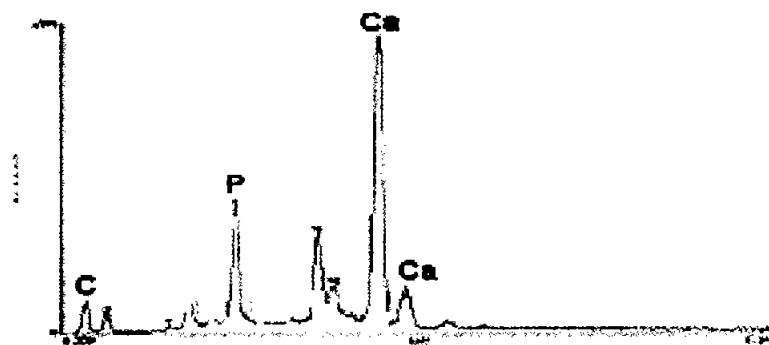
| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 74.35 | 24.56 |

## JUGO DE DURAZNO



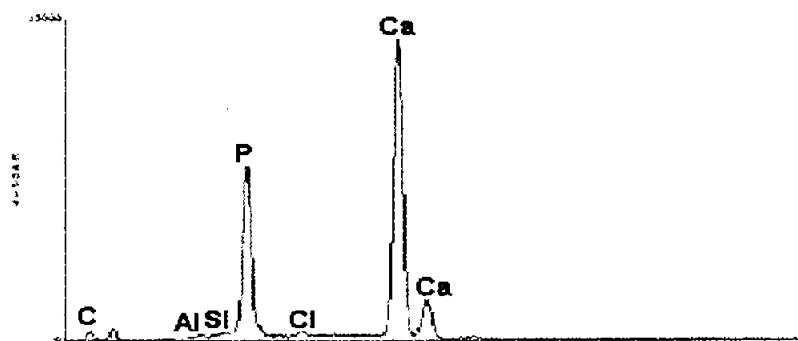
| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 76.82 | 21.70 |

## GATORADE MANDARINA



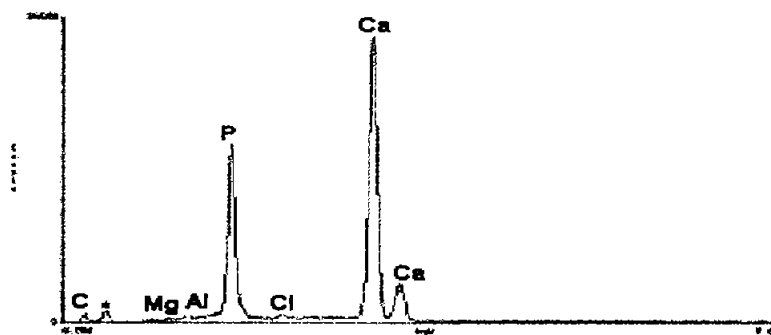
| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 72.40 | 16.71 |

## FRESCA



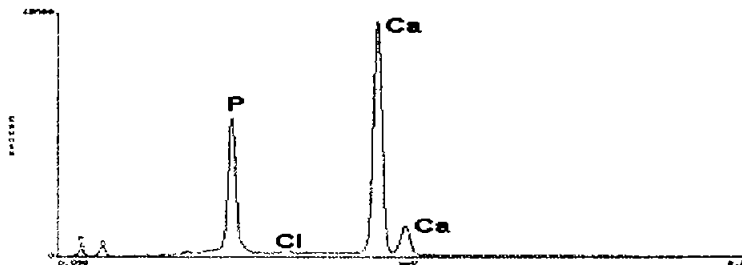
| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 75.18 | 22.85 |

## PEPSI COLA



| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 74.73 | 23.93 |

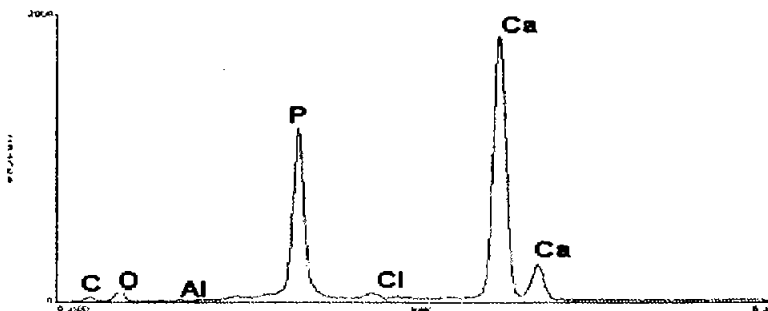
## COCA COLA



| Ca    | P     |
|-------|-------|
| 75.60 | 23.42 |

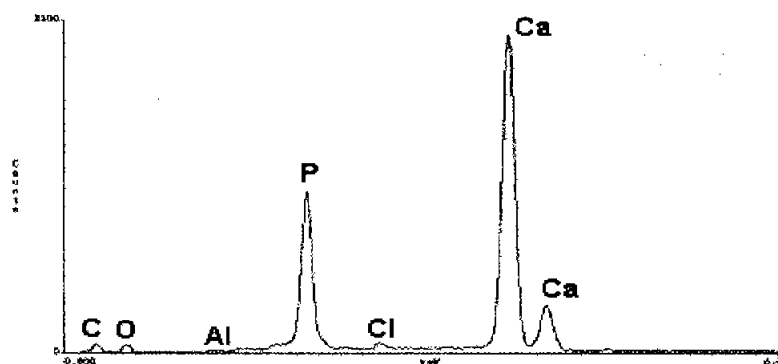
## ANÁLISIS QUÍMICO 8 HORAS

### SALIVA



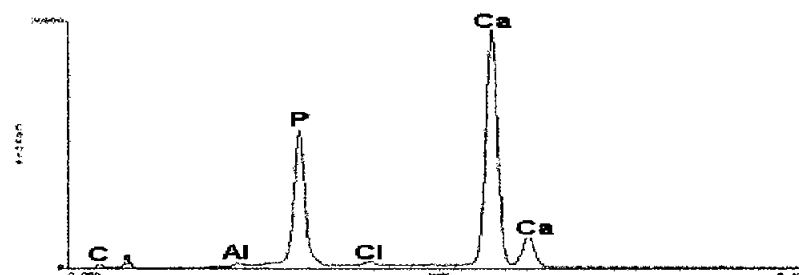
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 53.87 | 17.94 | 5.60 |

## JUGO DE NARANJA



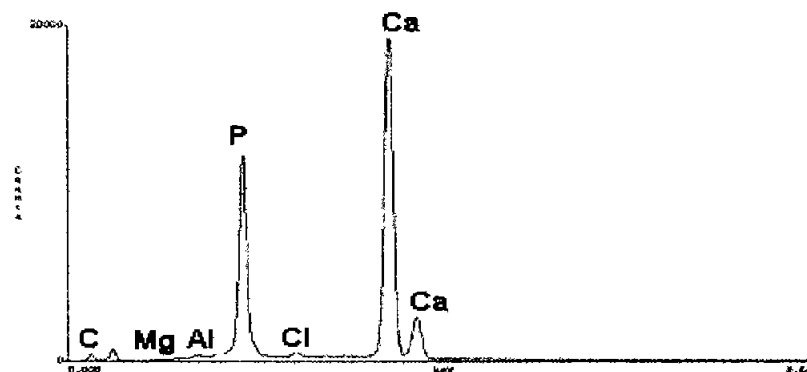
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 60.45 | 15.61 | 8.95 |

## JUGO DE DURAZNO



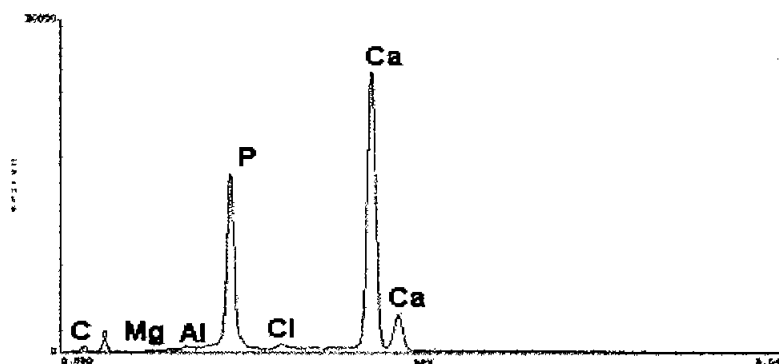
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 59.47 | 18.08 | 6.15 |

## GATORADE MANDARINA



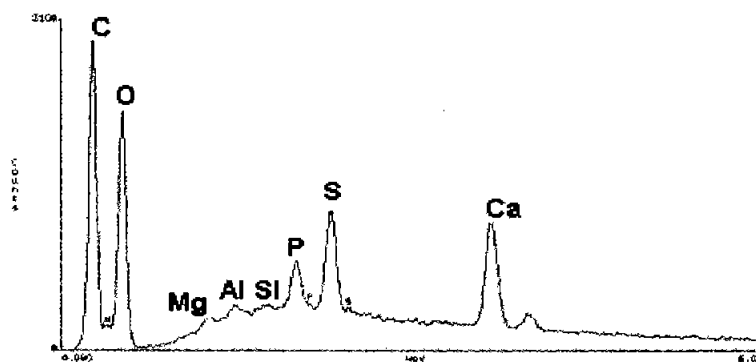
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 68.07 | 21.99 | 9.13 |

## FRESCA



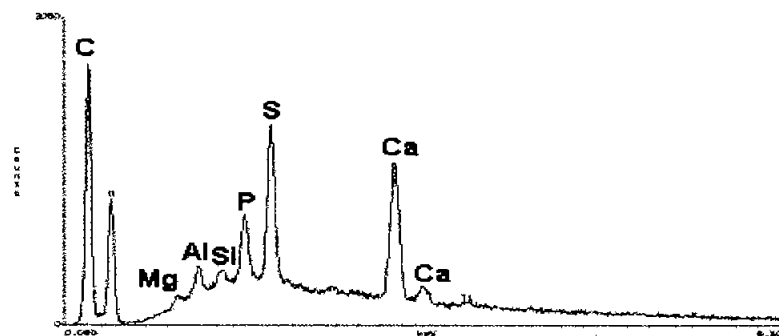
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 67.83 | 22.15 | 8.86 |

## COCA COLA



| Ca   | P    | C     | S    |
|------|------|-------|------|
| 4.04 | 0.90 | 35.08 | 2.44 |

## PEPSI COLA

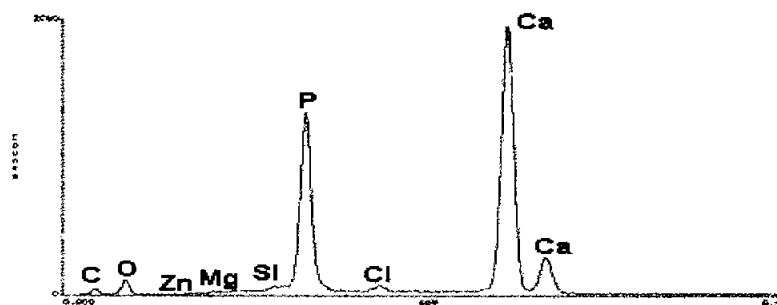


| Ca    | P    | C     | S    |
|-------|------|-------|------|
| 10.62 | 2.45 | 77.20 | 7.55 |



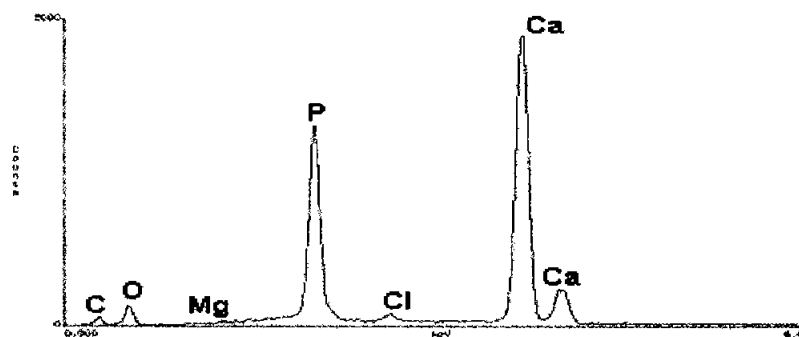
## ANÁLISIS QUÍMICO 24 HORAS

### SALIVA



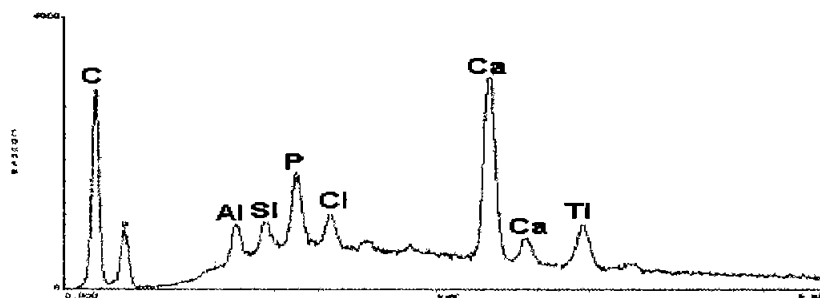
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 49.96 | 17.86 | 7.16 |

### JUGO DE NARANJA



| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 47.83 | 17.14 | 7.63 |

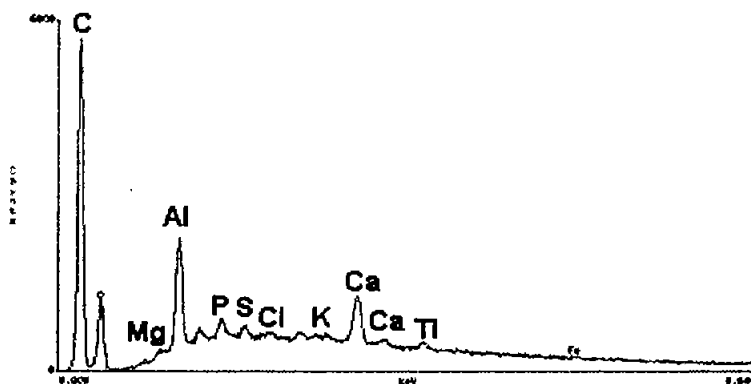
### JUGO DE DURAZNO



| Ca    | P    | C     | S    |
|-------|------|-------|------|
| 12.94 | 2.77 | 47.71 | 1.50 |

## GATORADE MANDARINA

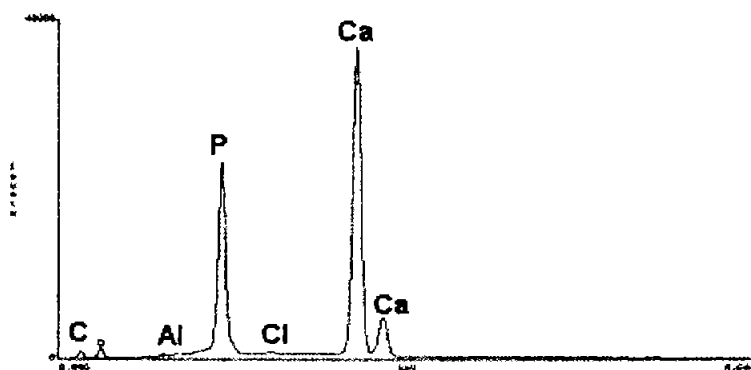
### Zona oscura



| Ca   | P    | C     | S    |
|------|------|-------|------|
| 3.24 | 0.64 | 60.64 | 0.42 |

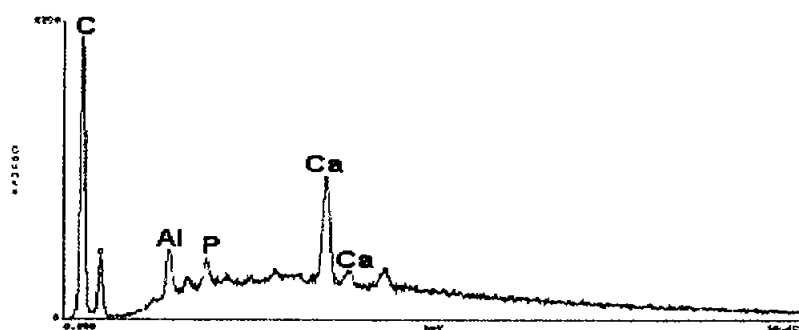
## GATORADE MANDARINA

### Zona clara



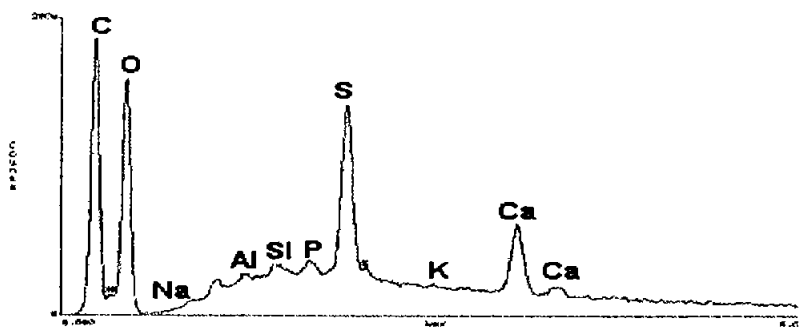
| Ca    | P     | C    |
|-------|-------|------|
| 56.17 | 18.48 | 8.37 |

## FRESCA



| Ca   | P    | C     |
|------|------|-------|
| 8.29 | 1.06 | 56.80 |

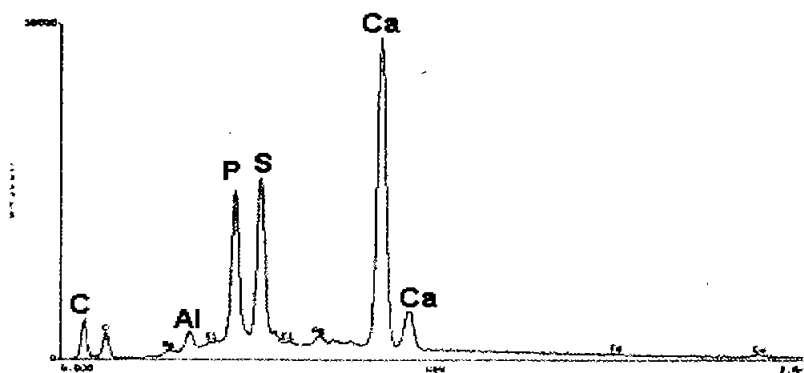
## COCA COLA



| Ca   | P    | C     | S    |
|------|------|-------|------|
| 2.60 | 0.26 | 35.81 | 4.10 |

## PEPSI COLA

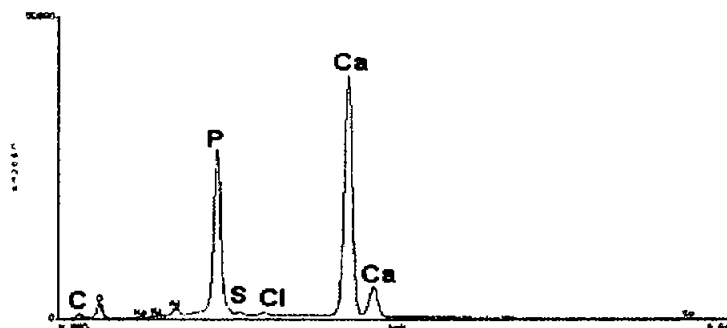
Zona oscura



| Ca    | P    | C     | S     |
|-------|------|-------|-------|
| 32.16 | 8.03 | 25.25 | 10.73 |

## PEPSI COLA

### Zona clara

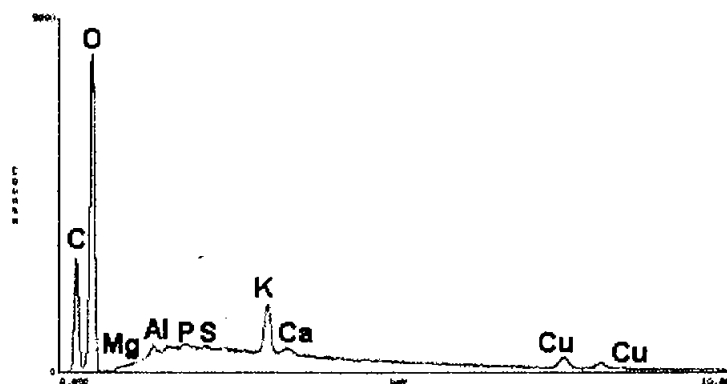


| Ca    | P     | C    | S    |
|-------|-------|------|------|
| 48.64 | 17.87 | 5.78 | 0.18 |

## 7.4.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA BEBIDAS INDUSTRIALIZADAS

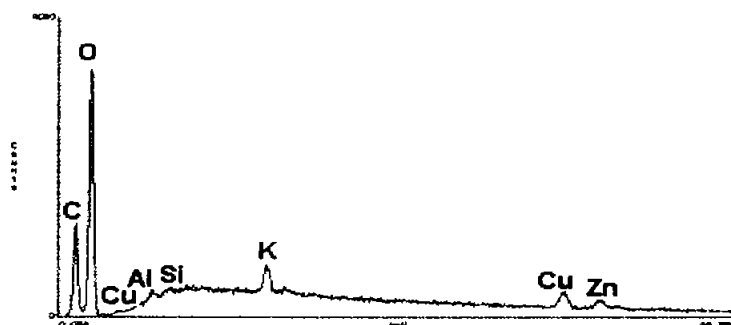
El análisis químico de las bebidas industrializadas nos mostró los elementos presentes en la composición de las bebidas, con lo cual se explica la presencia de azufre y cloro en algunas de las muestras.

### JUGO DE NARANJA



| C     | O     | Mg   | Al   | Si   | P    | S    | K    | Ca   | Cu   | Zn   |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 24.32 | 64.69 | 0.07 | 0.46 | 0.14 | 0.17 | 0.07 | 3.02 | 0.35 | 4.49 | 2.21 |

## JUGO DE DURAZNO



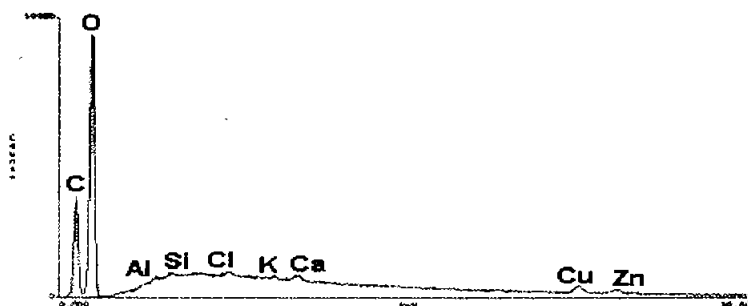
| C     | O     | Al   | Si   | K    | Cu   | Zn   |
|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 25.85 | 60.81 | 0.50 | 0.21 | 2.06 | 6.91 | 3.66 |

## GATORADE MANDARINA



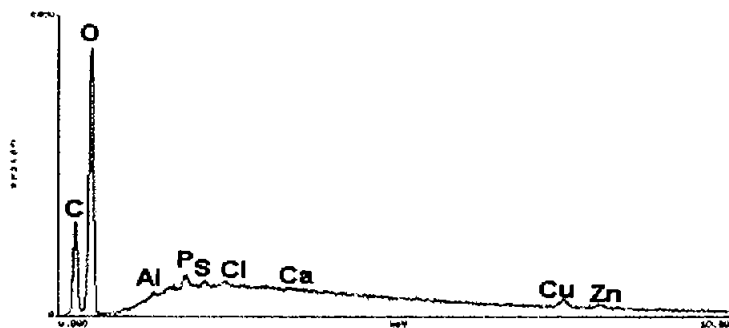
| C     | O     | Mg   | Al   | Si   | P    | Cl   | K    | Cu    | Zn   |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 25.25 | 47.80 | 0.17 | 1.55 | 0.33 | 0.51 | 2.03 | 1.01 | 13.76 | 7.59 |

## FRESCA



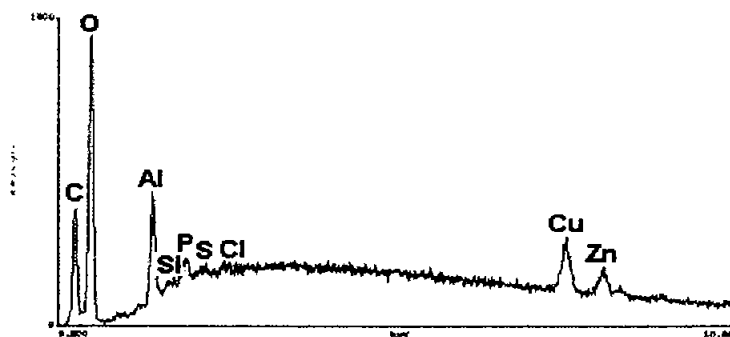
| C     | O     | Al   | Si   | Cl   | K    | Ca   | Cu   | Zn   |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 26.76 | 66.44 | 0.17 | 0.22 | 0.36 | 0.14 | 0.61 | 3.26 | 1.88 |

## COCA COLA



| C     | O     | Al   | Si   | Cl   | P    | Ca   | Cu   | Zn   | S    |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 27.03 | 65.78 | 0.16 | 0.17 | 0.41 | 0.59 | 0.20 | 2.73 | 2.66 | 0.27 |

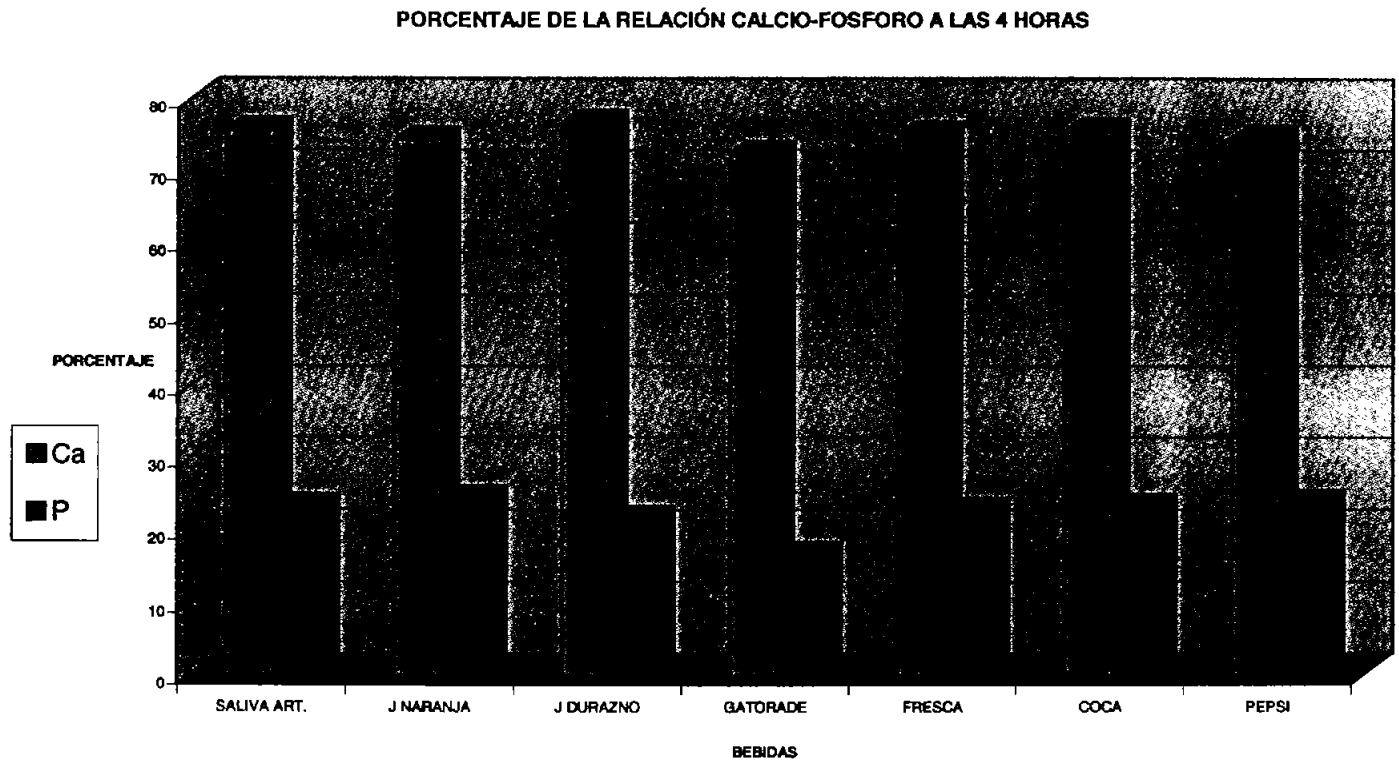
## PEPSI COLA



| C     | O     | Al   | Si   | Cl   | P    | Cu    | Zn   | S    |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 28.13 | 47.32 | 3.78 | 0.14 | 0.35 | 0.66 | 12.57 | 6.82 | 0.24 |

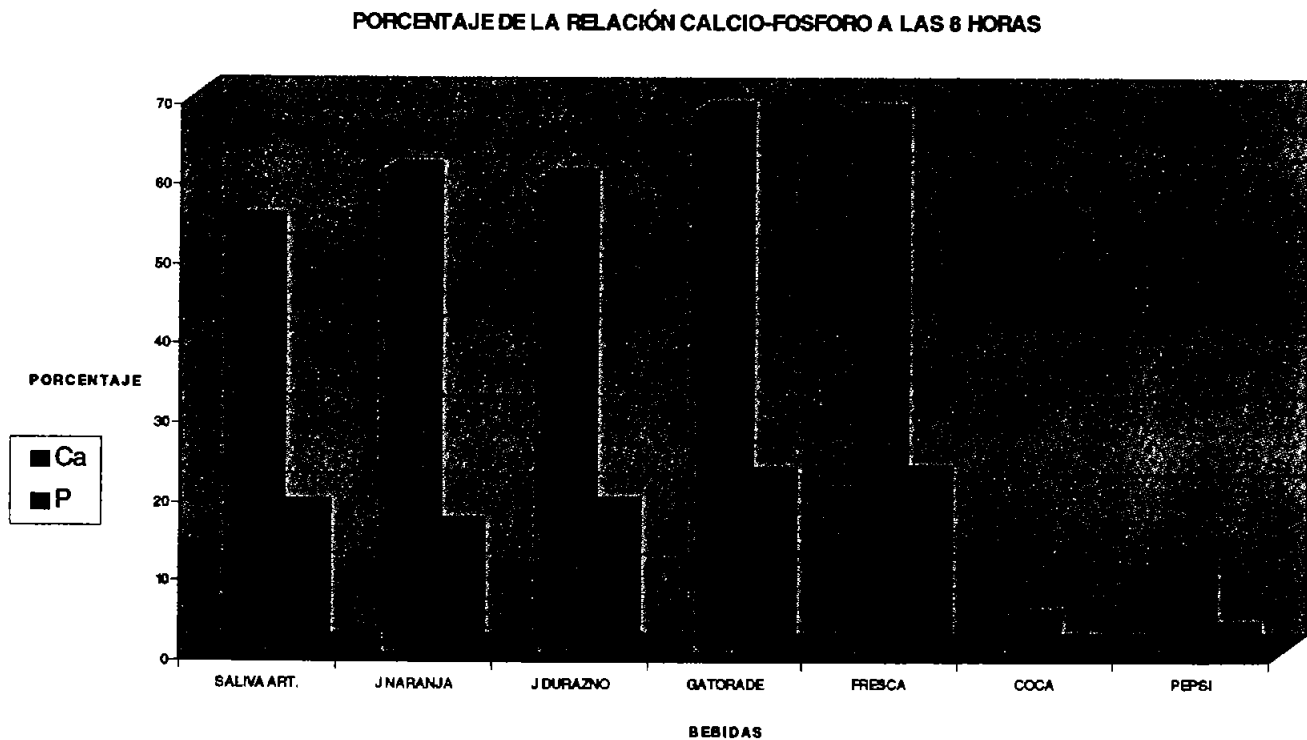
## 7.5 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN CALCIO-FÓSFORO

En la Gráfica 1 se observa que la relación Calcio-Fósforo presente en la superficie de los cortes de esmalte tratados durante 4 horas con las soluciones de prueba, presentan una proporción estable aproximadamente de 3:1 como ya se mencionó en el análisis químico.



Gráfica 1

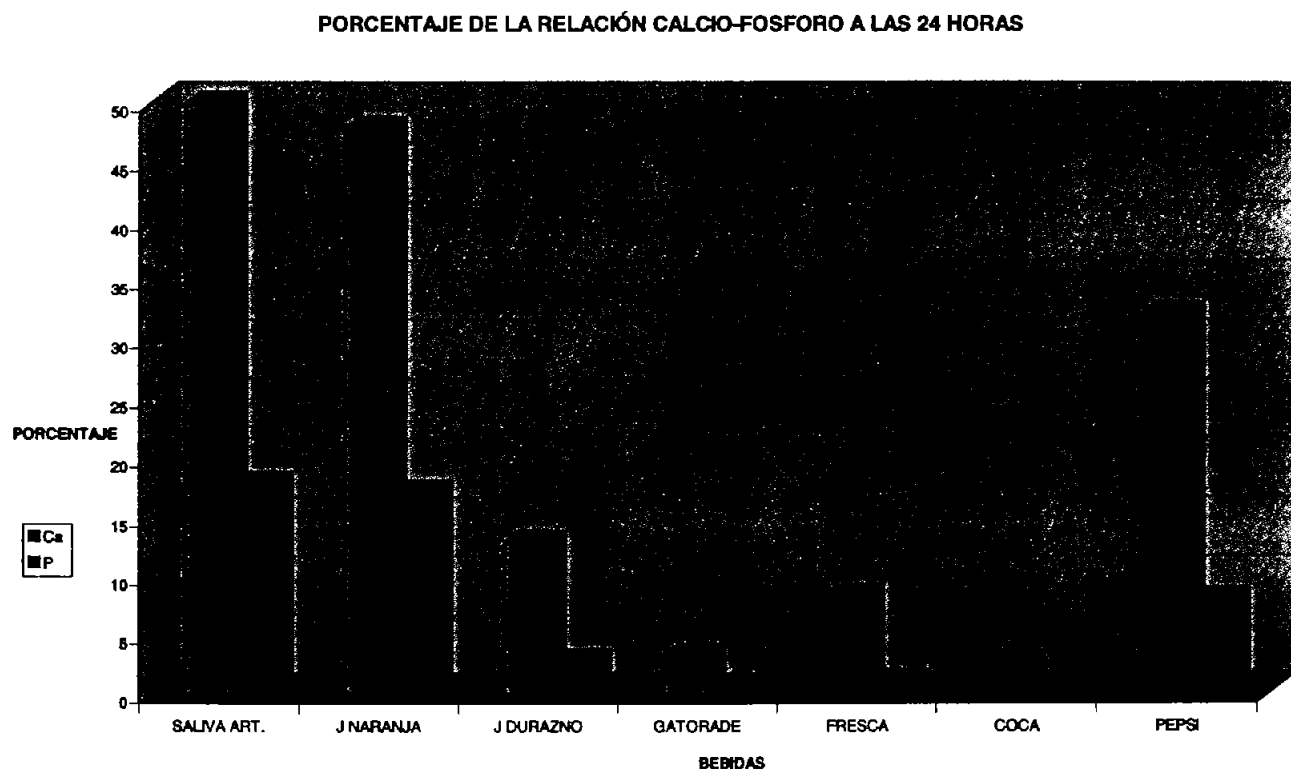
La Gráfica 2 muestra que la relación Calcio-Fósforo disminuyó en comparación con la Gráfica 1; tampoco se mantuvo estable esta relación en las muestras tratadas durante 8 horas ya que en el caso de las bebidas carbonatadas sabor cola, esta relación disminuyó casi por completo.



**Gráfica 2**



Las muestras tratadas durante 24 horas se representa en la Gráfica 3, en donde se observa que la relación Calcio-Fósforo disminuye. En las muestras tratadas con Jugo de Durazno y Fresca disminuyó notablemente, mientras que con Gatorade y Coca Cola esta relación casi desaparece.



Gráfica 3

## **8 DISCUSIÓN**

Actualmente México es considerado como uno de los principales consumidores de bebidas industrializadas, reportes del INEGI indican un consumo aproximado de 155 litros al año por persona, lo cual se relaciona con los estilos de vida y dieta por lo que es importante estudiar los daños que estas bebidas ocasionan en los órganos dentales.

Los resultados de esta investigación coinciden con Lussi (2004) en que la erosión dental es causada por varios factores como el pH de las bebidas, tiempo de exposición y la composición de las mismas.

Como ya se describió en los resultados todas las muestras tratadas bajo las condiciones de este estudio presentaron erosión.

Las diferentes clases de bebidas industrializadas empleadas en esta investigación tuvieron valores de pH en un rango de 2.43-3.59, lo cual está por debajo del rango de pH crítico (4-5) considerado por Grobler (1990) y Larsen (1998) los cuales atribuyeron a esta condición un efecto erosivo sobre el esmalte dental.

Por medio del estudio por MEB LV se observó el proceso de disolución del esmalte, ocasionado principalmente por ataque ácido donde se encontró que la erosión se inicia en el centro de los cristales. Después de la nucleación de la lesión central de los cristales del esmalte, la disolución evoluciona en forma paralela y/o perpendicular a los planos de la hidroxiapatita. El mecanismo de disolución es altamente anisotrópico debido a la tridimensionalidad de los cristales con lo cual, produce la fragmentación del cristal; lo que se traduce como pérdida de la sustancia.

Macroscópicamente las muestras tratadas con saliva artificial durante 4 y 8 horas no presentaron cambios evidentes en la superficie, mientras que las muestras tratadas por 24 horas tenían la superficie opaca probablemente por la cantidad de sales de Calcio presentes en la composición de la saliva artificial. Mediante MEB se pudo observar una mínima erosión en todas las muestras, la cual puede atribuirse a las condiciones propias del aparato de erosión, ya que el valor del pH fue 6.66 y las condiciones fueron las mismas que con los grupos de muestras tratados con bebidas industrializadas; las cuales tuvieron comportamientos diferentes.

Después del tratamiento con las bebidas carbonatadas sabor cola se observó que tanto la superficie de las muestras como la de la resina en la que estaban incluidas tenían una película semejante a *"caramelo derretido"*. Debido a la cantidad de azúcares presentes en la composición de estas bebidas, lo cual en el caso de la Pepsi Cola formó una especie de *"natas"* que taparon algunos de los inyectores del aparato de erosión que bañaban las muestras.

En las muestras tratadas con las bebidas carbonatadas se observó un mayor efecto erosivo a las 4 y 8 horas de tratamiento en comparación con los otros grupos de bebidas ocupados en este estudio; lo que coincide por lo reportado por Smith (1987), Lussi (1993) y Ten Cate (1996).

La observación directa de las muestras tratadas durante 4 horas con Coca Cola presentaron zonas blanquecinas y una superficie con aspecto pulido; las muestras de 8 horas presentaron pigmentación café en las zonas periféricas de los cortes de esmalte y ligera pérdida de la sustancia; las muestras de 24 horas presentaron una intensa pigmentación café y gran pérdida de la sustancia.

Mediante MEB se pudo observar que el ataque en las muestras tratadas con Coca Cola es principalmente en el centro de los prismas, a las 4 horas se pueden apreciar los prismas del esmalte así como la dirección que estos tienen, a las 8 horas se observó la zona superficial de la unión amelodentinaria y a las 24 horas se distingúan rastros de la estructura de los prismas y una zona más profunda de la unión amelodentinaria.

Los resultados obtenidos en los análisis químicos realizados a las superficies de las muestras tratadas con Coca Cola, mostraron que el porcentaje de la relación Calcio-Fósforo en las muestras de 4 horas se mantiene en una proporción 3:1, mientras que en las muestras de 8 horas esta relación disminuye casi desaparece en las muestras de 24 horas. Por medio del análisis químico de la Coca se justifica la presencia de Azufre, en las muestras de 8 y 24 horas ya que este no es un elemento que pertenezca a la composición del esmalte dental.

Las muestras tratadas con Pepsi Cola macroscópicamente presentaron pigmentación café y pérdida de la sustancia desde las 4 horas de exposición y tuvieron una apariencia muy similar a las muestras tratadas con Coca Cola.

Por MEB se observó que las muestras tratadas durante 4 horas tuvieron un desgaste en el centro de los prismas. A las 8 horas se aprecian 2 zonas: una zona clara donde se observa una zona más profunda del esmalte con desgaste en el centro de los prismas y una zona oscura donde se observa la superficie de la unión amelodentinaria y a las 24 horas se observan estas dos zonas con mayor ataque. También se observó que porcentaje de la relación Calcio-Fósforo de las muestras a las 4 horas se mantiene estable 3:1 y a las 8 y 24 horas disminuye. Por medio del análisis químico de la Pepsi Cola se justifica la presencia de Azufre y Cloro, en las muestras de 8 y 24 horas ya que estos no son elementos que pertenezcan a la composición del esmalte dental.

La observación directa de las muestras expuestas con Fresca durante 4 y 8 horas se observó una superficie opaca y blanquecina con pérdida de la sustancia en la zona central de la muestra, mientras que en las tratadas 24 horas se apreciaba pérdida de la sustancia y la superficie restante tenía una apariencia pulida. Mediante MEB a las 4 horas se observó que el ataque, no se dió de forma homogénea en la superficie del esmalte ya se distinguían zonas con mayor erosión; a las 8 horas el ataque fue en la zona interprismática y no en el centro de los prismas como con la Coca Cola y Pepsi Cola y a las 24 horas se observa una superficie con irregularidades en donde no se pueden apreciar estructuras. El análisis químico de las muestras reporta que el porcentaje de la relación Calcio-Fósforo se mantiene estable en la relación 3:1.

Es importante mencionar que las bebidas carbonatadas contienen entre 16-20% de ácido fosfórico en su composición según lo reportado por Crampton (1902), lo cual es un factor que ha sido considerado revelante en la etiología de la erosión dental según lo obtenido en investigaciones previas Mc Cay (1949), Jarvinen (1991), Lussi (1993), Duxbury (1993), Maupomé (1995) y Ross (2002). El grabado ácido del esmalte con ácido fosfórico en concentración del 37%, es utilizado en Odontología para lograr un enlace entre el esmalte y el material de restauración ya que provoca desmineralización dejando microporosidades que favorecen una adhesión mecánica.

Las muestras tratadas con la bebida para deportistas (Gatorade M), mediante observación directa presentaron una ligera pigmentación anaranjada desde las 4 horas de exposición y pérdida de la sustancia; a las 8 y 24 horas esta pigmentación se incrementó, así como la pérdida de la sustancia. Mediante la observación por MEB en las muestras tratadas durante 4 horas no se observaron las estructuras del esmalte ya que la superficie era muy irregular; a las 8 horas se apreciaba que el ataque se dió en las zonas interprismáticas y a las 24 horas sólo fue posible observar una pequeña parte lateral del corte de esmalte debido a la gran pérdida de sustancia.

El porcentaje de la relación Calcio-Fósforo se mantuvo estable 3:1 durante las 4 y 8 horas de exposición mientras que a las 24 horas esta relación casi desaparece.

Los resultados de la observación de la superficie de las muestras tratadas por los jugos mediante MEB coinciden con lo reportado por Grobler (1990) y Meurman (1998) donde el jugo de durazno produce mayores efectos erosivos que el jugo de naranja sobre el esmalte dental.

Las muestras expuestas durante 4 y 8 horas a jugo de naranja, mediante observación directa tienen un desgaste continuo con aspecto pulido y pigmentación anaranjada en las zonas periférica, mientras que las muestras de 24 horas presentaron una superficie rugosa, opaca y blanquecina. Las observaciones con MEB de las muestras de 4 y 8 horas muestran un ligero desgaste en el centro de los prismas el cual no se presenta en toda la superficie del esmalte. Estas zonas de desgaste tienen mayor profundidad en las muestras con exposición de 24 horas. El análisis químico reporta que la relación del porcentaje Calcio-Fósforo se mantienen estable 3:1.

En las muestras tratadas con jugo de durazno mediante observación directa a las 4 horas tenían una superficie similar a las del esmalte sin tratamiento; a las 8 horas de exposición tenían aspecto liso, opaco y blanquecino con ligeras pigmentaciones color café en las zonas periféricas y a las 24 horas también se tuvieron pigmentaciones cafés y pérdida de la sustancia. Mediante MEB se observó que en las muestras tratadas durante 4, 8 y 24 horas tuvieron un desgaste profundo del centro de los prismas, lo cual indica que el jugo de durazno tiene un mayor efecto erosivo que el jugo de naranja. También el análisis químico reporta que la relación del porcentaje Calcio-Fósforo se mantienen estable 3:1.

En el análisis químico de todas las muestras expuestas a las bebidas industrializadas durante 24 horas y en algunas de 8 horas, se observó la presencia de Carbono en distintas proporciones, el cual es un elemento que se considera de degradación.

## **9 CONCLUSIONES**

La erosión dental es una patología de etiología multifactorial con lo cual, se explican las diferencias significativas entre los efectos erosivos producidos por las tres clases de bebidas y con lo cual podemos deducir que factores como la diferencia en los valores de pH, el tiempo de exposición y los diferentes ácidos como fosfórico, cítrico o ascórbico presentes en la composición de las bebidas industrializadas empleadas son factores predisponentes y que en conjunto representan un mayor riesgo para las estructuras dentales .

Las bebidas carbonatadas de cola (Coca Cola y Pepsi Cola) y la bebida para deportistas (Gatorade M) causaron en las muestras erosión significativa desde las 4 horas de tratamiento y mostraron pigmentación sobre la superficie dental.

La bebida carbonatada (Fresca) y los jugos (sabor Naranja y Durazno) provocaron en las muestras erosión significativa desde las 8 horas de tratamiento.

Las muestras tratadas con saliva no presentaron una erosión significativa y la erosión observada puede ser atribuida a las condiciones de presión con que caía el líquido en el aparato de erosión.

## 10 REFERENCIAS

1. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. Eur J Oral Sci 1996;104: 151-155.
- 2.- Lussi A., Jaggi T, Scharer S. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. Caries Res. 1993;27:387-39.
- 3.- Lussi A. Dental erosion. Clinical diagnosis a case history taking. Eur J Oral Sci 1996;104:191-198.
- 4.- Coca Cola Company 2003 [www.2.coca-cola.com/contactus/faq/ingredients.html](http://www.2.coca-cola.com/contactus/faq/ingredients.html)
- 5.- Retarski, Gortner. A method for measuring the effects of acid beverages on the teeth of small laboratory animals. Science 102;404-405.
- 6.- Grobler S. Senekal P. Laubscher JA. In vitro demineralization of enamel by orange juice, apple juice, Pepsi Cola and diet Pepsi Cola. Clin Prev Dent 1990;12: 5-9.
- 7.- Meurman J. Frank R. Progression and surface ultrastructures of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. Caries Res 1991;25:81-87.
- 8.- Maupomé G, Sánchez V. Patrón de consumo de refrescos en una población mexicana. Salud Pública de México. 1995, Vol. 37 No 4, 323-328.
- 9.- Larsen M. Brunn C. Esmalte-saliva – Reacciones químicas inorgánicas. Thylstrup, A.; Fejerkov, O. Tratado de Cariología. 2.ed. RJ, 1998.



- 10.- Lussi A. Kohler N. Zero D. Schaffner M. Megert B. A comparasion of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. Eur J Oral Sci 2000; 108:110-114.
- 11.- Lussi A. Kohler N. Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion . Caries Res 2004;38:1:34-44.
- 12.- Ten Cate J. Imfeld T. Dental erosion, summary. Eur J Oral Sci 1996;104:241-244.
- 13.- Bedi R. Dental management of a child with anorexia nervosa who presents with severe tooth erosion. Eur J of Prosth Rest Dent 1992;1:13-17.
- 14.- Duxbury A. Ecstasy: Dental implications. Br Dent J 1993;175:38.
- 15.- Zero D. Etiology of dental erosion - extrinsic factors. Eur J Oral Sci 1996;104:162-177.
- 16.- Jarvinen V. Rytomaa I. Heinonen O. Risk factors in dental erosion. J Dent Res 1991;70:742-747.
- 17.- Asher C. Read M. Early enamel erosion in children associated with excessive consumption of citric acid. Br Dent J 1987;162:384-387.
- 18.- Roos E, Donly K.. In vivo dental plaque pH variation with regular and diet soft drinks. Pediatric Dentistry 2002; 24:4:350-353.
- 19.- Millward A. Shaw L. Smith A. Dental erosion in four year-old children from differing socioeconomic backgrounds. J Dent Child 1994b;61:263-266.

20.- Shaw L. Smith A. Erosion in children: An increasing clinical problem? Paed Dent 1994;21:103-106.

20.- Al- Majed I, Maguire A, Murray JJ. Risk factors for dental erosion in 5-6 year old and 12-14 year old boys in Saudi Arabia. Community Dent. Oral Epidemiol 2002;30:38-46

21.- Smith A, Shaw L. Baby fruit juices and tooth erosion. Brit Dent J 1987;162:65-67.

22.- Mc Cay CM. WILL L. Erosion of molar teeth by acid beverages. J Nutr 1949;39:313-324

23.- West Nx, Hughes Ja, Addy M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. J Oral Rehabilitation 2001;28:860-864.

24.- Ashurst P. Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gas. Editorial Acribia. Zaragoza-España 1999.

25.- Leeson, Leeson, Paparo. Texto/Atlas de Histología. Aparato Digestivo. Ed. Mc Graw Hill Interamericana, 1990, pp 409-412.

26.- Orban. Histología y Embriología Bucal. Cavity Bucal. Ed. Ateneo. Buenos Aires-México 1983, 475-478.

27.-R. Williams. Bioquímica Dental Básica y Aplicada Ed. Manual Moderno México 1990. pp 336-400

28.- Yacaman, Reyes Gasga. Microscopía Electrónica. Una visión al Microcosmos. Consejo Nacional de Ciencia Y tecnología. Fondo de Cultura económica 1998. pp 6-30

29.- INEGI. Banco de Información Económica, Elaboración de Refrescos y otras Bebidas no alcohólicas, 2003.

30.-ANSI/ADA. Especificación No. 96 para Cementos Dentales a base de agua.

31.-Lussi A. Dental erosion. Clinical diagnosis a case history taking. Eur J Oral Sci 1996; 104: 191-198.

32.- Macchi L. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio 2 Ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires 1993.

33.- Sognnaes R. Wolcott R. Xhonga F. Dental erosion: Erosion-like patterns occuring in association with other dental conditions. J Am Dent Ass. 1972;84:571-582.

34.-Moazzez R, Smith BG. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. J. of Dentistry 2000;28:395-397.

35.- Edwards M, Creanor SL, Foye RH. Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. J of Oral Rehabilitation 1999;26:923-927.

36.- Larsen MJ. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by sof drinks and orange juice. Caries Res 2001; 35:229-234

37.- Rees Jeremy S, Kevin Burford. The erosive potential of the alcoholic lemonade Hooch Eur. J. Prosthodont Rest Dent 1998; 6:4:161-164.

38.- Künzel W, Cruz MS, Fischer T. Dental erosion in cuban children associated with excessive consumption of oranges. Eur. J. Oral Sci. 2000;108:104-109.

- 39.- Parry J, Shaw L. Investigation of mineral waters and soft drinks in relation to dental erosion. J of Oral Rehabilitation 2001;28:766-772.
- 40.- Rugg-Gunn AJ, Maguire A. Comparison of erosion of dental enamel by four drinks using an intra-oral appliance. Caries Res 1998;32:337-343.
- 41.- Hughes JA, West NX, Parker DM, Effects of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel in vitro. J. of Dentistry 2000;28:147-152.
- 42.- Patel M, Tawfik H. Factors affecting the ability of dental cements to alter the pH of lactic acid solutions. J. of Oral Rehabilitation 2000;27:1030-1033.
- 43.- Erickson PR, Alevisos DL. Soft drinks: hard on teeth. Northwest Dent 2001 Mar-Apr; 80 (2): 9-15.
- 44- Brunton PA, Hussain A. The erosive effect of herbal tea on dental enamel. J. Dent 2001 Nov 29; 8: 517-520.
- 45.-Simpson A, Shaw L, Smith AJ. Tooth surface pH during drinking of black tea. Brit Dent J 2001 190;7:374-376.
- 46.-Rencher KL, Baker KA. Effect of six common beverages on human enamel erosion. JDent Res 2001;80 (AADR Abstracts) # 1813
- 47.- SÁNCHEZ G.A. Determinación del pH de bebidas carbonatadas y jugos comerciales nacionales de consumo frecuente en niños. Bol Asoc Arg Odontol Niños 1999; 28(3):8-10
- 48.- Coca Cola Company 2003 [www.2.coca-cola.com/contactus/myths\\_rumors/ingredients\\_acidity.html](http://www.2.coca-cola.com/contactus/myths_rumors/ingredients_acidity.html)

49.- Attin T, Meyer K, Hellwig E. Effect of mineral supppplements to citric acid on enamel. Oral Biology Vol 48, lssue11, 2003;753-759. Abstract

50.- West Nx, Hughes Ja, Addy M, Moohan M. Development of low erosive carbonated fruit drinks and Evaluation of an experimental carbonated blackcurrant drink compared to a conventional carbonated drink. Journal of Dentistry 2003;31:5:361-365. Abstract

51.-Moazzez R, Bartlett D, Anggiansah A. Dental erosion, gastro-esophageal reflux disease and saliva. Journal of Dentistry 2004;32:6:489-494. Abstract

52.-Johansson A-K, Lingström P, Imfeld T, Birkhed D. Influence of drinking method on tooth-surface pH in relation to dental erosion. Eur J Oral Sci 2004;112:484-489 Abstract

# **A N E X O**

## **EQUIPO**

- Cámara digital fotográfica
- Microscopio Digital Intel Play de Matel
- Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM 5600 LV
- Potenciómetro y electrodo combinado Equipar Conductronic pH 20
- Aparato de Prueba de Erosión Ácida (Norma 96 ADA)
- Recortadora con disco de diamante (Thin Sectioning Machine, Gillings-Hamco)
- Pieza de alta velocidad (Midwest Tradition, USA)
- Computadora Compac 5626LA
- Escáner Genius Color Page HR-7X
- Procesador de texto Microsoft Word 2000
- Hoja de Cálculo Microsoft Excel 2000
- Jandel Scientific Software Sigma Stat 2.0

## **MATERIALES**

- Solución fisiológica isotónica
- Solución Buffer Neutra (pH =7.00)
- Solución Buffer Ácida (pH =4.01)
- Solución Buffer Alcalina (pH =12.01)
- Agua destilada
- Guantes de látex
- Cepillo dental
- Fresas cilíndricas de diamante
- Fresas de fisura de carburo
- Pinzas de Curación
- Portaobjetos
- Cajas de Petri
- Pintura de Plata
- Recipientes de polipropileno
- Recipiente de Plástico
- Rollo de Plástico
- Loseta de Vidrio
- Espátula Metálica Plana
- Espátula Lecron
- Resina Poliéster
- Acrílico Autopolimerizable
- Dosificador para 1000 ml.
- Jeringa triple
- Papel toalla
- Reglas de plástico de 20 cm