



Universidad de Valparaíso  
Facultad de Odontología  
Escuela de Odontología  
Cátedra de Operatoria



**“VARIACIONES IN VITRO DE PH SALIVAL TRAS LA APLICACION DE  
PRODUCTOS BLANQUEADORES DENTALES DE DIFERENTE  
COMPOSICION Y CONCENTRACION”**

**Trabajo de Investigación  
Requisito para optar al  
Título de Cirujano Dentista**

Alumnos: Betsabé Hidalgo Farah  
Cristián Burgos Clobares

Docente Guía: Prof. Dr. Jaime Sarmiento Cornejo

Valparaíso  
2008

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a todas aquellas personas quienes con su buena onda, apoyo emocional y amistad incondicional contribuyeron a hacer de esta etapa universitaria un capítulo maravilloso e inolvidable en mi vida. También agradezco a todos aquellos chaqueteros, competitivos y mala onda, que me enseñaron a que la superación y el éxito personal están en uno. Por supuesto, aquí sólo mencionaré a los primeros.

A mi familia maravillosa, no hay nada que pueda decir que no suene redundante ni cliché, pero es que realmente no existen palabras para expresar todo lo agradecida que estoy por el increíble apoyo y amor que me entregan día a día. Mamá, papá y hermanito mayor, sólo puedo decir que los adoro y que este logro es tanto suyo como mío, gracias (prometo hacerles descuento).

A mis "tops", negrita, Feña, Pía, Co, Maca V y Maca Z, Yayito y Pedro, los quiero una inmensidad y los llevo siempre en mi corazón, sin ustedes estos años hubiesen sido probablemente un martirio, gracias por la amistad y cariño incondicionales.

Cristián, C, mi compañero de tesis, el mejor ansiolítico que pueda existir, el más paciente y comprensivo; no imagino que las cosas hubiesen podido resultar mejor de lo que lo hicieron y esto se debe en gran parte a ti, te quiero partner.

A mi monicaco, reciente en mi vida, ya te ganaste tu lugar aquí mi amorcito. Llegaste para redondear el fin de esta etapa increíble y para marcar el principio de una nueva. Gracias por tu apoyo, compañía y amor.

Hay muchos a quienes por razones de espacio y de tiempo, no nombré en esta página, la lista sería eterna. A quienes no vieron su nombre aquí escrito, familia, amigos, y compañeros: manéjenlo, no se sientan, ustedes saben que los quiero un millón.

**Betsabé Hidalgo Farah**

## **Dedicatoria.**

A mis padres por su cariño y apoyo incondicional en los momentos más difíciles en esta etapa que termina.

A mis abuelos y hermanos.

A ti, Amor, por ser como eres, por estar a mi lado y por lograr que siempre diera lo mejor de mí.

A mis amigos, por los buenos momentos vividos, y por hacer de esta etapa algo inolvidable.

A mi compañera y amiga, Betsabé, por hacer el desarrollo de esta tesis algo relajado y agradable.

**Cristián Burgos Clobares**

## **Agradecimientos**

Queremos agradecer a nuestro profesor guía Dr. Jaime Sarmiento, al personal del laboratorio de Control y Calidad de la Facultad de Química y Farmacia, en especial a Mónica, por su amabilidad y buena disposición. A la Dra. Rosa Moya, y a Don Luis Hidalgo, que sin su ayuda no hubiera sido posible el desarrollo de nuestra tesis.

## Índice

1	Introducción .....	1
2	Marco Teórico .....	2
2.1	Historia del Blanqueamiento .....	2
2.2	Alteraciones Cromáticas Dentarias .....	3
2.2.1	Coloraciones Extrínsecas .....	3
2.2.2	Coloraciones Intrínsecas .....	4
2.3	Agentes Blanqueadores Dentales .....	4
2.4	Química del Blanqueamiento .....	4
2.5	Técnicas de Blanqueamiento .....	7
2.5.1	Técnica con Productos de Baja Concentración .....	7
2.5.2	Técnica con Productos de Alta Concentración .....	7
2.5.3	Técnica Mixta .....	7
2.6	Efectos No Deseados .....	8
2.6.1	Alteraciones en Tejidos Blandos .....	8
2.6.2	Alteraciones en Tejidos Duros .....	8
2.6.3	Efectos Genotóxicos .....	9
2.7	Saliva .....	10
2.7.1	Definición y Composición .....	10
2.7.2	Funciones de la Saliva .....	10
2.7.3	Medición de la Saliva Total .....	12
2.7.4	Capacidad Buffer .....	12
2.8	Concepto de pH .....	14
2.9	pH en el Organismo .....	14
2.10	pH en la Cavidad Oral .....	14
2.11	Medición de pH .....	15
2.12	pH en Productos Blanqueadores Dentales .....	16
3	Hipótesis y Objetivos .....	18
3.1	Objetivo General .....	18
3.2	Objetivos Específicos .....	18
4	Materiales y Métodos .....	19
4.1	Universo .....	19
4.2	Muestra .....	19
4.3	Unidad de Análisis .....	20
4.4	Agentes Blanqueadores Utilizados .....	20
4.5	Medición de pH .....	21
4.6	Procedimientos .....	22
4.7	Materiales Utilizados .....	24
5	Resultados .....	25
5.1	Análisis Estadístico .....	25
	Factores intra-sujetos .....	25
	Factores inter-sujetos (Blanqueador) .....	26
5.2	Análisis estadísticos Descriptivos .....	27
5.3	Pruebas Post-Hok .....	33
6	Discusión .....	34

7	Conclusiones .....	36
8	Sugerencias.....	37
9	Resumen.....	38
10	Anexos.....	39
11	Bibliografía.....	45

## 1 Introducción

En el mundo actual, la estética juega un papel fundamental en la sociedad, en todos los ámbitos del comportamiento humano. La belleza se encuentra directamente relacionada al éxito personal y laboral. En la cultura occidental, esta belleza se encuentra influenciada por estándares establecidos y regulados por el mundo de las comunicaciones, la moda, la publicidad, es decir, por una cultura “POP” que no cesa en su búsqueda de nuevas tendencias, todas las cuales apuntan hacia un objetivo común: alcanzar la belleza exterior, promoviéndola como un símbolo de equilibrio y salud interior. Un componente fundamental dentro de esta belleza, es la presencia de una dentadura acorde a los cánones actuales, los cuales consideran como sinónimo de una sonrisa bella y armónica, una sonrisa blanca.

Es por esto que en los últimos años, y con el advenimiento de nuevas técnicas y productos más eficaces y seguros, el blanqueamiento dental se ha masificado al punto de llegar a ser hoy uno de los principales procedimientos realizados por los odontólogos en la consulta dental.

Los productos blanqueadores más utilizados en la actualidad son aquellos en base a peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida. El mercado ofrece una gran gama de estos materiales, con amplias diferencias, especialmente en lo que se refiere a concentración del producto.

Por años ha sido estudiada la eficacia y seguridad de estos agentes blanqueadores en diferentes concentraciones. Si bien se ha visto que a mayor concentración del producto, más rápidos son los resultados, casi todas las reacciones adversas encontradas han sido directamente relacionadas con esta mayor concentración.

El pH de los productos blanqueadores también ha sido estudiado con anterioridad y se han encontrado productos con pH excesivamente altos y bajos, muy lejanos a la neutralidad de pH existente en el medio oral. Un pH bajo también está asociado a una acción más rápida del producto y a una mayor concentración del mismo. El problema del pH presente en el agente blanqueador no es menor, si se considera que se debe mantener la homeostasia de la cavidad bucal, con valores de pH relativamente constantes y, especialmente si se tiene en cuenta que la mayoría de las patologías orales se encuentran asociadas a pH muy ácidos.

Como hemos visto, el odontólogo se presenta ante un dilema a la hora de escoger qué producto blanqueador utilizar para el tratamiento de sus pacientes. Deberá, por lo tanto, estar bien informado sobre las características de cada producto, evaluar los pro y los contra de cada uno, y de esta manera poder ofrecer un tratamiento eficaz y seguro.

Debido a esto, el objetivo de nuestra investigación es determinar los cambios que experimenta el pH salival tras aplicación de productos blanqueadores dentales en base a peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida de diferentes concentraciones (medio in Vitro). De esta manera, pretendemos entregar información, que sirva de guía a los clínicos a la hora de estimar el riesgo potencial que presenta la aplicación de cada uno de estos productos.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 Historia del Blanqueamiento

Desde la antigüedad, la dentadura ha sido de gran importancia para las diferentes culturas, tanto desde su valor estético, como también como un símbolo de nobleza. Los dientes sanos y blancos han simbolizado signos de salud, limpieza y fortaleza.

En la antigua China imperial, las viudas teñían sus dientes de negro como signo de renuncia a la belleza. En la actualidad algunas tribus africanas primitivas tiñen sus dientes de diferentes colores a modo de decoración.

Si bien han sido múltiples las sustancias que a lo largo de la historia han perseguido la obtención de dientes más blancos; como los egipcios, quienes disponían de cosméticos antes del año 2000 A.C., y en la España prerromana, donde se preconizaba el enjuague con orina envejecida en cisternas; los primeros reportes de blanqueamiento dentario datan de principios del siglo XIX.

#### Línea de Tiempo

- Chapplein (1877) describe en una publicación el uso de ácido oxálico para tratar cierto tipo de decoloraciones dentales, con resultados poco satisfactorios.
- Westlake (1895) comunica éxito en el uso de una mezcla de peróxido de hidrógeno y éter que para que sea más efectiva debe activarse con corriente eléctrica.
- Abbot (1918) y Prinz (1924) describen la utilización de peróxido de hidrógeno diluido en agua junto con calor, llegando a conclusiones diversas.
- Kane (1926) descubre que el exceso de flúor en el agua potable provoca coloraciones oscuras en los dientes, normalmente superficiales. Intenta eliminar las manchas aplicando algodones empapados en ácido clorhídrico y calentando con llama.
- Aprile (1951) utiliza, con buenos resultados clínicos, complejos de hipoclorito, ácido tartárico y peróxido de hidrógenos como tratamiento de manchas externas.
- Parkins y Cohen (1965) describen el éxito en el uso de peróxido de hidrógeno más calor.
- Munro (1986) desarrolla el primer agente comercial blanqueador con 10% peróxido de carbamida ("White & Brite", Omnil International).
- Haywood y Heymann (1989) comunican resultados favorables en el uso de peróxido de carbamida al 10%. En 1990 realizan un estudio, del cual concluyen que este compuesto no altera la superficie ni la estructura del esmalte.

- Hanosh y Hanosh (1992), describen el blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35% gel, con activación dual (química y luz visible)

## 2.2 Alteraciones Cromáticas Dentarias

Los tejidos dentarios duros son altamente permeables a los fluidos, y la mayor salida de fluidos en el esmalte ocurre en los espacios interprismáticos. Los componentes orgánicos del esmalte favorecen la penetración de los fluidos orales. Es por esto, que los pigmentos y colorantes provenientes de lo que ingerimos son capaces de penetrar en los dientes.

Un pigmento es una sustancia colorante, que posee grupos reactivos que pueden unirse a la materia orgánica, presente en los espacios interprismáticos, y en la dentina. Puede ser un grupo OH (grupo hidróxido-colorante ácido) o un grupo NH (grupo amino colorante básico).

El color de un objeto depende de la cantidad y la longitud de onda de la luz incidente, que el mismo objeto refleja y absorbe. Un objeto negro absorbe la luz incidente, por lo que el negro es el resultado de ausencia de color. La formación de cadenas moleculares largas y complejas dentro del diente aumenta la absorción de la luz, resultando en el oscurecimiento del mismo (Moreira M & cols, 2003).

### 2.2.1 Coloraciones Extrínsecas

Las pigmentaciones extrínsecas son de origen externo, se deben a sustancias que se depositan sobre los dientes en la película adquirida, fundamentalmente mediante fuerzas de atracción química. Estas sustancias pueden ser cromógenos (sustancias con color) o pre-cromógenos (sustancias incoloras). En el año 1997, el investigador S.A. Nathoo, propuso la siguiente clasificación para coloraciones extrínsecas:

- N1 tipo de tinción dental directa: los cromógenos se unen a la superficie dentaria causando la tinción de color similar a la del cromógeno. Por lo general, este tipo de pigmentación es causada por taninos presentes en algunas comidas y bebidas, y que son compuestos polifenólicos que interactúan con la superficie dentaria mediante intercambio iónico, o por metales como el cobre, el níquel y el hierro.
- N2 tipo de tinción dental directa: materiales coloreados que cambian el color del diente después de unirse a él, producto de una mayor acumulación o modificación de las proteínas de la película salival. Como ejemplo están las manchas amarillentas en zonas interproximales y cervicales de los dientes, que con el tiempo se vuelven marrón u ocre.
- N3 tipo de tinción dental indirecta: las sustancias pre-cromógenas o no coloreadas se unen al diente produciendo una reacción química que causa la tinción de éste. Como ejemplo se encuentran aquellas tinciones producidas por clorhexidina o por el uso de agentes terapéuticos como el fluoruro estañoso (Moncada, 2000; Barrancos Money, 2006).

### 2.2.2 Coloraciones Intrínsecas

Las pigmentaciones intrínsecas son aquellas producidas por sustancias cromógenas ubicadas en el esmalte o dentina, son profundas y de mayor dificultad terapéutica que las extrínsecas. El período crítico para que se produzcan este tipo de tinciones comprende desde el tercer trimestre de gestación hasta los 8 años de edad, y se clasifican, de acuerdo al momento en el que se producen en pre eruptivas y post eruptivas.

Entre las pigmentaciones pre eruptivas encontramos las producidas por hipoplasia adamantina, amelogénesis y dentinogénesis imperfecta, eritroblastosis fetal e hiperbilirrubina eritropoyética. Entre las pigmentaciones post eruptivas encontramos las producidas por tetraciclinas, fluorosis dental, pérdida del esmalte, necrosis pulpar y la edad. (Vélez, C., Delgado, L., 2006).

### 2.3 Agentes Blanqueadores Dentales

En los últimos años ha sido posible observar la masificación de los tratamientos blanqueadores debido al desarrollo de productos químicos en base a peróxidos. Respaldo la utilización de estos productos está la extensa investigación científica disponible y su estricta regulación en la manufactura y aplicación, entregada por la Asociación Dental Americana (ADA) y por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) (Moncada, 2000).

Los peróxidos, utilizados usualmente en forma de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida, son el compuesto activo en la mayoría de los agentes blanqueadores. La adición de carbopol y glicerina como agentes para aumentar la viscosidad, mejoran la adherencia del agente blanqueador a la superficie de la estructura dental, permitiendo la liberación del peróxido de carbamida por un tiempo prolongado. (Haywood, 1994; McCracken y Haywood, 1996; RT Basting, 2005).

### 2.4 Química del Blanqueamiento

El mecanismo de acción de los agentes blanqueadores consiste, en general, en un proceso de oxidación con la liberación de las moléculas que causan la pigmentación (Fig. 1). El  $H_2O_2$ , debido a su bajo peso molecular (30 gr/mol) y habilidad para desnaturalizar proteínas, penetra los tejidos duros y difunde a través de la matriz orgánica de esmalte y dentina, para ejercer su efecto clareador.

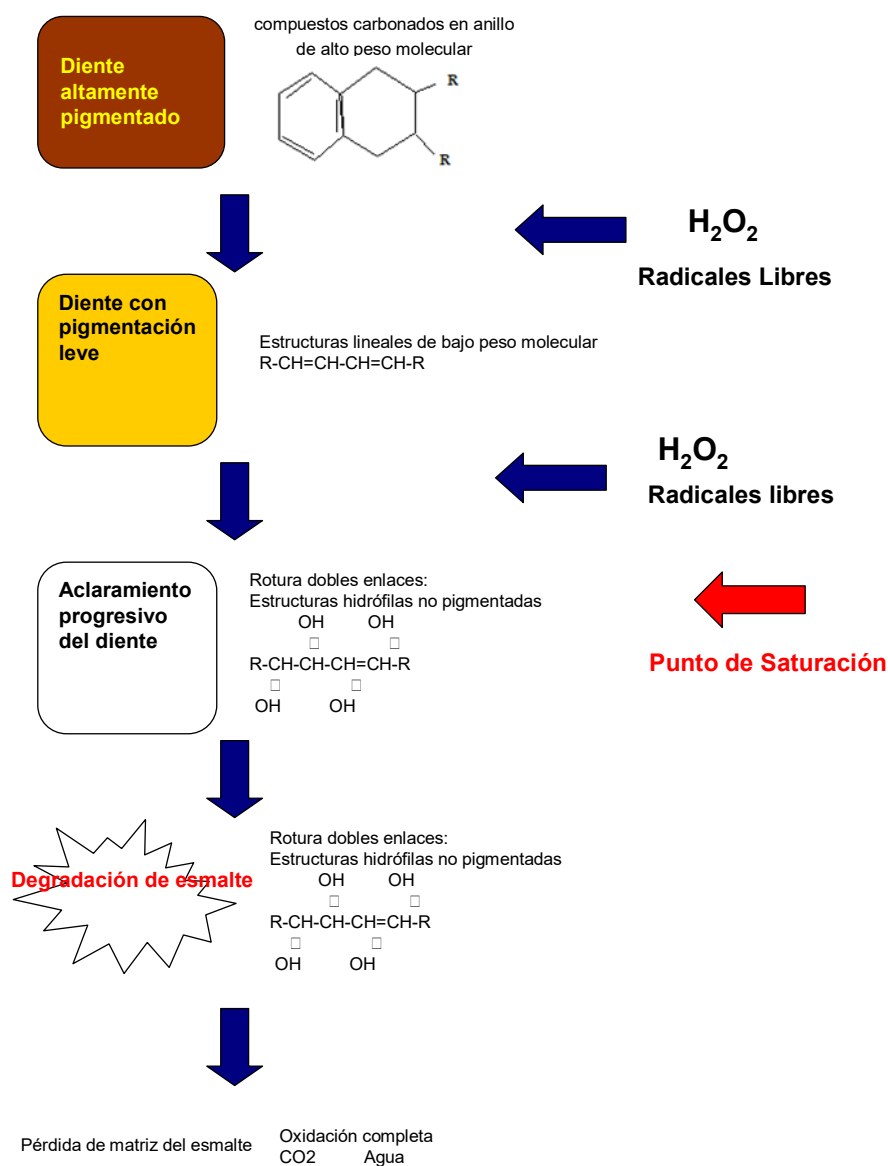


Figura 1: Mecanismo de acción de los agentes blanqueadores.

La solución de peróxido de carbamida se divide en peróxido de hidrógeno y urea. El peróxido de hidrógeno se degrada en oxígeno y agua y se caracteriza por la formación de radicales libres: HO<sub>2</sub> (peridroxil) y O (oxígeno) siendo el peridroxil más oxidante que el oxígeno. La urea, por su parte, se degrada en amonio y dióxido de carbono (Sun, 2000; Miyashita, 2005; Auschill, 2005) (Fig.2)

Los radicales pueden reaccionar con la mayoría de enlaces insaturados, lo que resulta en una ruptura molecular y un cambio en la absorción de energía por parte de las moléculas orgánicas del esmalte pigmentado, dispuestas entre la sustancia inorgánica (cristales de hidroxiapatita). De este modo, se forman moléculas más simples y pequeñas que reflejan menos luz, creando exitosamente un efecto de aclaramiento dental.

Así, al iniciar el proceso de blanqueamiento, los compuestos carbonados altamente pigmentados y de alto peso molecular, que poseen una conformación estructural en anillo con dobles enlaces insaturados, son abiertos y convertidos en estructuras lineales, las cuales tienen un menor peso molecular y son menos oscuras, pues tienen un color más tenue. Estas cadenas lineales son compuestos carbonados, usualmente pigmentados de amarillo y presentan aún dobles enlaces. Sobre estas cadenas continuará la acción de los radicales libres para romper los dobles enlaces, por lo que son transformadas en estructuras hidrófilas tipo alcohol con enlaces saturados, las cuales son usualmente incoloras, por lo que el tejido dental es aclarado de manera progresiva.

Sin embargo, si el agente de blanqueamiento se deja actuar por más tiempo, no se obtendrá un mayor efecto blanqueador, ya que se alcanza un punto de saturación. En este estado existe rompimiento de enlaces proteicos y cambios en los materiales que contienen carbono a constituyentes aún menores, lo que se traduce en una degradación y pérdida de la matriz orgánica del diente.

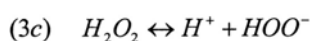
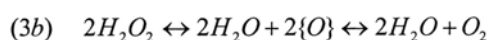
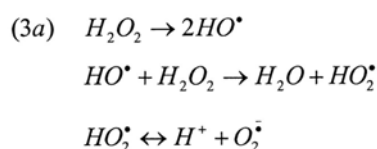
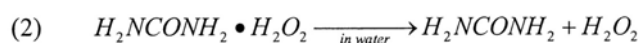
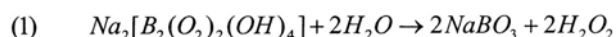


Figura 2: Formación de peróxido de hidrógeno de perborato de sodio(1), y de peróxido de carbamida (2). El peróxido de hidrógeno se descompone y forma tres radicales tales como, hidroxil y peridroxil, y aniones superóxidos (3a) (Gregus and Klaassen, 1995, obtenido de, Dahl J., Pallesen U., 2003), las moléculas reactivas de oxígeno son inestables y se transforman en oxígeno (O<sub>2</sub>) (Coand Wilkinson, 1972, obtenido de Dahl J., Pallesen U., 2003), aniones de peróxido de hidrógeno (3c) (Cotton and Wilkinson, 1972, obtenido de Dahl J., Pallesen U., 2003).

## 2.5 Técnicas de Blanqueamiento

El blanqueamiento dental se puede realizar tanto en dientes con vitalidad pulpar, como en dientes tratados endodónticamente (blanqueamiento interno). Existen tres tipos o técnicas de blanqueamiento:

- Blanqueamiento con productos de baja concentración (ambulatorio)
- Blanqueamiento con productos de alta concentración (consulta)
- Blanqueamiento mixto (consultorio y casa)

Las técnicas de blanqueamiento para los dientes vitales más usadas son la técnica ambulatoria que usa peróxido de carbamida en bajas concentraciones y la técnica de consultorio que usa peróxido de hidrógeno en altas concentraciones, siendo ambas técnicas efectivas en la remoción de tinciones intrínsecas (Auschill & cols., 2005).

### 2.5.1 Técnica con Productos de Baja Concentración

Esta técnica el paciente la realiza en su casa con la supervisión de un profesional. Utiliza una cubeta individual, sobre la cual se aplica el producto blanqueador, (el cual posee generalmente una concentración de 10 a 20% de peróxido de carbamida correspondiente a 3.35-7% de peróxido de hidrógeno), durante un período de tiempo determinado.

### 2.5.2 Técnica con Productos de Alta Concentración

Esta técnica la realiza el odontólogo en consulta y es útil en la remoción de coloraciones empleando soluciones de peróxido de hidrógeno y carbamida en altas concentraciones (35-38% y 30, 35 ó 44%, respectivamente). También pueden ser utilizadas en conjunto con luz para acelerar el proceso blanqueador. La técnica consiste en colocar el agente blanqueador sobre el diente (con los tejidos blandos aislados), luego el gel se enjuaga y se aplica una segunda, tercera o más veces (Matis y cols., 2007).

### 2.5.3 Técnica Mixta

En esta técnica se combinan productos de alta y baja concentración, en la cual, luego de realizadas dos sesiones en el consultorio, se continúa el tratamiento casero por tres o cuatro noches adicionales, de ser factible. En esta técnica también puede ser utilizada una fuente activadora (Vélez, C., Delgado, L., 2006).

Estas tres técnicas han sido estudiadas y ha sido probada su efectividad en la remoción de coloraciones. Cuando se utilizan peróxidos de mayores concentraciones, el blanqueamiento es más rápido. Se ha visto que en promedio la técnica ambulatoria puede tardar 7 días en conseguir

los resultados deseados, mientras que con la técnica en consulta, se pueden alcanzar estos resultados en una sola sesión (Auschill & cols, 2005).

## 2.6 Efectos No Deseados

El blanqueamiento es un procedimiento simple, efectivo y relativamente sencillo para el mejoramiento de la apariencia dental. Sin embargo, se han descrito algunos efectos adversos que conllevan la aplicación y el uso de los productos blanqueadores en base a peróxidos, tales como: reabsorción cervical radicular (en blanqueamiento interno), aumento en la sensibilidad dentaria, durante y/o después del tratamiento blanqueador.

Los fabricantes comercializan los peróxidos con diferentes porcentajes de concentración, lo que influye en la cantidad de liberación de oxígeno que actúa como sustancia reductora de los pigmentos cromógenos. Por otro lado, los fabricantes ofrecen peróxidos de mayor concentración, pretendiendo acelerar y obtener un mejor blanqueamiento, sin embargo, no existen estudios que comprueben estos resultados, pero si se conocen los efectos adversos (Vélez y Delgado, 2006).

### 2.6.1 Alteraciones en Tejidos Blandos

Los agentes blanqueadores, en base a peróxidos, al estar en contacto con los tejidos gingivales pueden provocar irritaciones y ulceraciones. Siendo dependiente, de la concentración de los productos utilizados y el tiempo de aplicación. Por lo que se recomienda el uso de aislamiento absoluto y sellado cervical efectivo, específicamente en el tratamiento blanqueador realizado en la clínica dental, utilizando peróxidos de altas concentraciones (Baratieri, 2001).

### 2.6.2 Alteraciones en Tejidos Duros

#### Sensibilidad Dentaria

Uno de los efectos secundarios más comunes, asociado al blanqueamiento dental, es la sensibilidad dentaria. Lo que provoca incomodidad, y por último atenta contra el progreso y éxito del tratamiento. Esta sensibilidad se asocia, generalmente, al blanqueamiento ambulatorio y se estima que se debe a los subproductos del peróxido de carbamida al 10% (3% de peróxido de hidrógeno y 7% de urea) que pasan a través del esmalte y de la dentina hacia la pulpa en breves minutos. La sensibilidad se presenta como una pulpitis reversible causada por el flujo de los fluidos dentinarios y el contacto de la pulpa con el material, lo que cambia la osmolaridad, sin daño aparente de la pulpa. La sensibilidad causada por todas las otras técnicas de blanqueamiento depende principalmente de la concentración del peróxido (Kihn y cols, 2000).

Si bien la sensibilidad durante el blanqueamiento es común, a menudo la sensibilidad relatada es leve, y no altera el protocolo de tratamiento. Cuando la molestia es mayor, se puede optar por

disminuir la frecuencia y duración de los tratamientos, aplicar agentes desensibilizantes, y en casos severos, interrumpir de manera temporal o definitiva el tratamiento (Haywood, 2002).

### Reabsorción Cervical Externa

Esta es una seria complicación del blanqueamiento interno, la cual es por lo general asintomática y, es observada como hallazgo radiográfico de valoraciones clínicas. Harrington y Natkin en 1979 fueron los primeros en reportar varios casos de reabsorción cervical externa asociada al uso de agentes blanqueadores. Se la ha asociado estrechamente con la aplicación de calor, con el uso de altas concentraciones de peróxido de hidrógeno (30%-35%) y con una falta o inadecuado sellado en cervical, pues en estos casos la difusión del peróxido a través de los túbulos dentinarios hacia el ligamento periodontal cervical se ve facilitada, induciendo directamente un proceso inflamatorio reabsortivo (Kugel y Kastali, 2000). Dezotti, y cols. (2002), encontraron que existe una comunicación entre la cámara pulpar y la superficie externa del diente, debido a la difusión de los agentes blanqueadores a través de la estructura dentaria. Este aumento de la permeabilidad dentaria se ve favorecida por la presencia de alteraciones en el límite amelocementario.

### Cambios Micromorfológicos

Se ha reportado cambios en la nanomorfología y en la micromorfología de la superficie del esmalte dental, utilizando peróxido de carbamida al 15% (B Fu, 2007), no obstante, estos pequeños cambios no se traducirían en mayores problemas clínicos. También se ha observado un aumento en la permeabilidad del esmalte en exposiciones a peróxidos de carbamida (al 10%, 16% y 37%) y a peróxido de hidrógeno (35%) (Schiavoni, 2007). Se ha reportado también una disminución en la microdureza del esmalte y dentina y un aumento de rugosidad en la superficie del esmalte (Pinto & cols, 2004; Basting, 2005).

Si bien se ha reportado que ocurre pérdida de calcio desde el esmalte al ser expuesto a peróxido de carbamida al 10 % por 6 horas, esta pérdida, es menor a la cantidad de calcio perdido por la exposición a bebidas cola por 2.5 minutos (Baratieri, 2001).

Mediante un estudio in Vitro, se observó una disminución significativa de la resistencia de la fractura de la dentina, después de la aplicación de peróxido de carbamida por 2 a 8 semanas (Tam LE, 2007).

#### 2.6.3 Efectos Genotóxicos

Se ha reportado en estudios in Vitro, efectos genotóxicos debido al contacto directo con peróxido, así como también se sugiere cierta actividad carcinogénica (Tredwin, 2006). Sin embargo, in vivo estos efectos se ven reducidos o no se aprecian debido a la presencia de enzimas detoxificantes (catalasa, por ejemplo), a las bajas concentraciones en que se utilizan los productos blanqueadores y al poco tiempo de aplicación (30 a 60 minutos) (Munro, 2006).

## 2.7 Saliva

### 2.7.1 Definición y Composición

La saliva es una secreción exocrina, constituida aproximadamente por un 99% de agua y, electrolitos, tales como sodio, potasio, calcio, cloruro, magnesio, bicarbonato, fosfato. También posee un componente orgánico en el se encuentran proteínas como la amilasa,  $\beta$ -glucoronidasa, carbohidrasas, cistatinas, factor de crecimiento epidermal, enterasas, fibronectina, gustinas, histatinas, Inmunoglobulinas A, G y M, kalicreína, lactoferrina, lipasa, deshidrogenasa láctica, lisozima, mucinas, factor de crecimiento nervioso, peptidasas, fosfatasas, proteínas ricas en prolina, ribonucleasas, peroxidasas, componente secretorio, IgA secretora, proteínas del suero, proteínas ricas en tirosina y proteínas unidas a vitaminas. Los componentes orgánicos no proteicos son: creatinina, glucosa, lípidos, nitrógeno, ácido siálico, urea y ácido úrico. También posee constituyentes no salivales, tales como: fluido crevicular, suero, células sanguíneas, bacterias y productos bacterianos, células epiteliales descamadas y componentes celulares, virus, hongos, restos alimenticios y secreciones bronquiales.

La saliva es una secreción compleja que proviene de las glándulas salivales mayores en el 93% de su volumen y de las menores en el 7% restante, las cuales se extienden por todas las regiones de la boca excepto en la encía y en la porción anterior del paladar duro. La secreción diaria oscila entre 1 y 1.5 L., con un volumen medio en la boca de 1,1 mL y su producción está controlada por el sistema nervioso autónomo.

### 2.7.2 Funciones de la Saliva

#### Gusto

La capacidad de la saliva de diluir ciertas sustancias en la boca permite a las papilas gustativas percibir diferentes sabores. La gustina, una proteína salival, es necesaria para el crecimiento y maduración de las papilas gustativas.

#### Protección y Lubricación

La saliva forma una cubierta seromucosa que protege a los tejidos orales frente a agentes irritantes. Esta función se debe a la mucina (proteína con alto contenido de carbohidratos), responsable de la lubricación, protección contra la deshidratación, y mantención de la viscoelasticidad de la saliva. También contribuye al control bacteriano y fúngico debido a que modula la adhesión de microorganismos en las superficies del tejido oral. Hay que agregar también que la saliva tiene efectos lubricantes durante la masticación, durante la fonación y la deglución.

#### Dilución y Limpieza

El fluido salival provee una limpieza mecánica de los residuos presentes en la boca tales como bacterias y restos alimenticios, disminuyendo la disponibilidad de azúcares para las

bacterias. Mientras mayor sea el flujo salival mayor será su capacidad diluyente y de arrastre mecánico, pero si hay alguna disminución en el flujo salival estas propiedades se verán disminuidas.

### Digestión

La saliva es la responsable de iniciar el proceso de digestión. Esta acción ocurre mayormente por la presencia de la enzima amilasa en la composición de la saliva.

### Reparación de Tejidos

Clínicamente se ha reportado que el tiempo de sangramiento en tejidos orales parece ser más corto que en otros tejidos. En estudios experimentales, se ha señalado que la contracción de la herida se ve significativamente aumentada debido al factor de crecimiento epidérmico producido por las glándulas submaxilares

### Propiedades Antibacterianas

La saliva contiene proteínas (inmunoglobulinas, tales como, IgA, IgG, IgM y no inmunoglobulinas, tales como la lisozima, lactoferrina, y peroxidasa) con propiedades antibacterianas.

### Mantenimiento de la Integridad del Esmalte Dental.

La saliva juega un rol fundamental en la mantención de la integridad física y química del esmalte dental, debido a procesos de remineralización y desmineralización. Los principales factores que controlan la estabilidad de la hidroxiapatita del esmalte son las concentraciones activas de calcio, fosfato y fluoruros en solución y el pH salival.

Cuando los dientes erupcionan, no se encuentran cristalográficamente completos, por lo que la saliva va a proporcionar los minerales necesarios para que el diente pueda completar su maduración, la cual hará que la superficie dentaria sea más dura y menos permeable al medio bucal.

La sobresaturación del calcio y del fosfato en la saliva con respecto al diente, contribuye al desarrollo de los cristales de hidroxiapatita en la fase de remineralización de los tejidos duros durante el proceso carioso. Si no se produjera esta saturación, el diente se disolvería lentamente en boca debido a la disminución del pH que ocurre por acción de los ácidos, producto del metabolismo de la dieta ingerida o de la placa dental o biofilm.

### 2.7.3 Medición de la Saliva Total

Consiste en la recolección que drena desde la boca del paciente, succionada o absorbida. El instrumento que puede ser utilizado en la medición del flujo salival, es el sialómetro o un cilindro de medición finamente calibrado.

La recolección de la saliva total, puede ser de manera estimulada, es decir estimulando el flujo salival mediante el método de la parafina, el método del ácido cítrico, o algún otro método cuyo elemento utilizado estimule el flujo salival.

También la recolección de saliva puede ser de forma no estimulada, en el cual el paciente es sentado, con la cabeza levemente hacia abajo, y debe acumular saliva en su boca por 2 minutos, sin tragar saliva, y luego escupirla en un recipiente. Debe repetir este proceso 2 veces más hasta cumplir 6 minutos. El flujo saliva total recolectado es medido en mL/min.

#### Saliva No Estimulada (SNE) y Saliva Estimulada (SE)

Existe una gran variedad de rangos de flujos tanto para SNE y SE, los cuales fluctúan entre 0.1 mL/min y sobre 1.6 mL/min (Screebny et al., 1992; Humphrey y Williamson, 2001), siendo el promedio entre 0.3 mL/min y 0.4 mL/min.

Para SE el volumen del flujo estaría entre los 0.2 mL/min y los 7 mL/min, siendo el promedio 1 a 2 mL/min. Ante estímulos sensitivos, eléctricos o mecánicos, el volumen puede llegar hasta 1,5 mL/min. El mayor volumen salival se produce antes, durante y después de las comidas, alcanza su pico máximo alrededor de las 12 del mediodía y disminuye de forma muy considerable por la noche, durante el sueño (Llena, 2006).

### 2.7.4 Capacidad Buffer

Una disolución reguladora o amortiguadora es una disolución de un ácido o una base débil y su sal. Esta disolución tiene la capacidad de resistir los cambios de pH cuando se agregan en pequeñas cantidades tanto de ácidos como de bases, es decir, son capaces de neutralizar a un ácido o a una base que se agreguen.

En el cuerpo humano, en que los valores de pH son críticos para el funcionamiento adecuado de las enzimas y del balance de la presión osmótica, estas disoluciones amortiguadoras actúan manteniendo el pH dentro de valores constantes. Varios amortiguadores intracelulares y extracelulares actúan con el fin de titular el H<sup>+</sup> para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos. Entre estos se incluyen a la hemoglobina y a otras proteínas, los carbonatos en el hueso, los fosfatos y el bicarbonato. Estos amortiguadores rápidamente normalizan el pH después de que existen alteraciones agudas en la carga de ácidos, a menos que se exceda la capacidad de amortiguamiento.

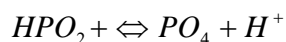
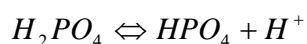
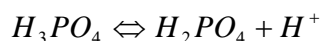
La saliva cuenta con tres sistemas buffer que permiten regular el pH:

- a) Sistema Buffer Bicarbonato: este sistema buffer es el más importante en la saliva estimulada. El tampón ácido carbónico/bicarbonato ejerce su acción sobre todo cuando aumenta el flujo salival estimulado. El equilibrio de este sistema se explica por la siguiente reacción:



Cuando hay un aumento en los protones ( $H^+$ ) en el medio, el ión bicarbonato los capta transformándose en ácido carbónico, y luego en  $H_2O$  y  $CO_2$ , es decir en un medio ácido, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda. Por otro lado, la presión de  $CO_2$  en la saliva (41 mmHg) es mayor que la presión de  $CO_2$  en la atmósfera (0.3 mmHg), por lo que si la saliva está expuesta a la atmósfera, aumentará la pérdida de  $CO_2$  de la saliva, resultando en una pérdida de  $HCO_3^-$  y protones, cambiando el pH en una dirección alcalina.

- b) Sistema Buffer Fosfato: las concentraciones de fosfatos son más importantes en la saliva total no estimulada (5 mmol/L), que en la estimulada (3 mmol/L). Dependiendo del pH salival, el fosfato se presentará en una variedad de formas de acuerdo al pK (capacidad buffer) para las diferentes formas iónicas de fosfatos.



- c) Sistema Buffer Proteínas: la saliva posee proteínas con funciones fisiológicas específicas. Sin considerar las propiedades biológicas, la mayoría de las proteínas salivales tienen la propiedad de actuar como buffer frente a cambios de pH salival. Cuando baja el pH salival, la capacidad buffer de la saliva, esta a cargo de macromoléculas (proteínas) que poseen sitios de unión para el ión hidrógeno.

La saliva estimulada tiene una capacidad buffer mayor que la saliva no estimulada, específicamente sobre pH 5,5 (Bardow et al. 2000), la contribución de  $HCO_3^-$  a la capacidad buffer de la saliva es de aproximadamente 50% en la saliva no estimulada y 70% en la saliva estimulada, en cambio el fosfato para la saliva no estimulada es aproximadamente 50% y menor para la saliva estimulada.

## 2.8 Concepto de pH

El concepto de pH se relaciona con la teoría iónica, defendida por Svante Arrhenius a finales del siglo XIX, que afirma que sustancias como las sales se disocian en disolución en electrolitos de carga opuesta (cationes y aniones). El pH, constituye una medida cuantitativa de la acidez o la alcalinidad de un líquido o de un sólido soluble.

Dado que las concentraciones de los iones  $H^+$  y  $OH^-$  con frecuencia son números muy pequeños, y por lo tanto, es difícil trabajar con ellos, el químico danés Soren Peder Lauritz Sorensen propuso, en 1909, una medida práctica denominada pH. El potencial hidrógeno (pH) de una disolución se define como el logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno (en mol/L) (Fig. 3).

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

Figura. 3: logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7, y básicas las que tienen pH mayores a 7. El  $pH = 7$  indica la neutralidad de la disolución.

## 2.9 pH en el Organismo

La homeostasis es el equilibrio que debe existir en el organismo en cada una de sus funciones metabólicas. La constancia relativa del pH corporal es esencial porque el metabolismo necesita que las enzimas funcionen a un pH óptimo. Para que las células que constituyen al organismo funcionen de manera óptima se debe mantener la composición iónica de los fluidos corporales dentro de límites muy estrechos.

El pH de los diferentes fluidos corporales, varía mucho dependiendo de su localización y función. Por ejemplo, los jugos gástricos poseen un pH bajo de alrededor de 1.5, lo cual facilita la digestión, en cambio, el pH de la sangre es alrededor de 7.4, lo cual es necesario para el transporte de oxígeno.

### 2.10 pH en la Cavidad Oral

La saliva es un líquido de la cavidad oral producido por las glándulas salivales y que tiene a su cargo numerosas funciones, dentro de las cuales se encuentra la mantención del pH a niveles constantes.

Se estima que un individuo produce de uno a dos litros de saliva al día, sin embargo esta cantidad varía, disminuyendo a medida que avanzan los años y debido a diferentes tratamientos y enfermedades. Posee una composición similar al plasma, correspondiendo el 95% de su volumen

a agua y el 5% restante a sales minerales como iones de sodio, potasio, cloruro, fosfato y bicarbonato. Estos dos últimos actúan como sistemas buffer, importantes en la neutralización del pH. Además, la saliva se encuentra compuesta por moco, lisozima, estearina, enzimas como la ptialina y otras sustancias como inmunoglobulinas, etc.

En la cavidad oral, en condiciones normales, el pH oscila entre 6.7 y 7.5. Las desviaciones del pH por fuera del rango normal pueden, de manera drástica, desequilibrar el metabolismo celular y en consecuencia la función corporal.

Frente a una baja de pH, el equilibrio del medio cambia, produciéndose una hiposaturación de la saliva que rodea la superficie dental. Esta hiposaturación del medio producirá la migración de iones desde la fase sólida del esmalte hacia la fase líquida, produciéndose, por lo tanto la desmineralización de la fase sólida. El rango de pH en que se produce un aumento exponencial de la solubilidad de la apatita va de 5.2 a 5.5, conociéndose a este rango como pH crítico.

## 2.11 Medición de pH

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro o pH metro y también se puede medir de forma aproximada empleando indicadores.

Los indicadores son ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH, como la Fenolftaleína. Generalmente, se emplea papel indicador que es un papel impregnado de una mezcla de indicadores. El cambio de color que se produce, será observable en un intervalo de valores de pH, no a un pH único y específico. Esto se conoce como intervalo del indicador, y para todos los indicadores que cambian de color abarca por lo menos de 1.5 a 2 unidades de pH.

Los pH metros (Fig. 4) son uno de los instrumentos más importantes en el laboratorio químico moderno. Es un instrumento que consta de dos electrodos, un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno. Estos electrodos se insertan en una disolución formando un circuito eléctrico cuyo potencial depende principalmente de la concentración y naturaleza de los cationes H. Si el aparato está convenientemente diseñado, es posible relacionar fácilmente la diferencia de potencial de los electrodos con la concentración de cationes H, y por lo tanto con el pH.

En la actualidad, son muchos los tipos de pH metros que ofrece el mercado. Existen infinidad de modelos, desde equipos más grandes o de sobremesa, hasta pH metros portátiles y de bolsillo, siendo las diferencias, según la finalidad de su uso. Existen diferencias en los rangos de pH que miden; la precisión a diferentes temperaturas; en la calibración del pH; el tipo electrodo que utilizan; entre otras. El tipo de electrodo es un punto importante de analizar, debido a que existen muchísimos, y cada uno tiene usos bastante específicos.

Existen electrodos para uso en laboratorio, industria alimentaria, educación y electrodos especiales. Algunas de las características que los diferencian son: el sistema de referencia que utilizan, el cual es simple en la mayoría, es decir, de plata/cloruro de plata; la forma y tamaño de la punta, dependiendo de lo que se quiere medir puede ser esférica, cónica, plana; el rango de pH

que miden, siendo la mayoría para mediciones entre 0 y 14; y según su finalidad de uso, existen para usos generales, es decir para disoluciones líquidas y para usos especiales, para mediciones en sustancias de mayor viscosidad o sólidas.

La mayoría de los electrodos requieren relativamente grandes volúmenes de solución para poder arrojar una lectura correcta, sin embargo existen electrodos con puntas micro y semi micro que miden volúmenes tan pequeños como décimas de mililitros. Asimismo, la mayoría de los electrodos están diseñados para realizar mediciones en soluciones líquidas, pero también existen electrodos especiales para coloides, e incluso electrodos de superficie.



Figura 4: PHmetros Hanna: portátil y de sobremesa

## 2.12 pH en Productos Blanqueadores Dentales

Los agentes blanqueadores dentales pueden estar en contacto con superficies intraorales por varias horas o pueden ser usados a diario para clarear los dientes. Por lo tanto, estos agentes deberían tener un pH relativamente neutro para minimizar el daño potencial.

Se ha reportado que existen agentes blanqueadores con pH tan bajos como 3.67, mientras otros poseen pH de hasta 11.13 (Price y cols., 2000). Mientras mayor sea la concentración del peróxido en el producto, más ácido será el pH de éste, esto es importante si se toma en consideración que ocurre reabsorción radicular o desmineralización del esmalte cuando el pH cae bajo 5.2.

Se ha observado que el pH de la solución de peróxido de carbamida aumenta durante su uso nocturno, como resultado de la degradación de la urea. El pH del material puede afectar la liberación de radicales de peróxido (y de esta manera, el efecto blanqueador) y su estabilidad. Un pH muy bajo puede abrir los túbulos dentinarios expuestos y de esta manera aumentar la sensibilidad dental (Tam, 1999).

El pH ácido del peróxido, al permeabilizar los túbulos dentinarios, facilita el ingreso de bacterias hacia el ligamento periodontal, añadiendo un factor inflamatorio adicional al generado por el mismo peróxido, aumentando el riesgo de reabsorción radicular externa; además, hay que recordar que los procesos reabsortivos dentales u osteolíticos ocurren en un medio ácido (Attin & cols, 2003)

Factores como pH, concentración ácida, temperatura, tiempo y frecuencia de exposición pueden contribuir a causar erosión y desmineralización del esmalte y pueden afectar las

restauraciones del paciente (Price y cols., 2000). La exposición de los tejidos orales y dientes a pH muy bajos o altos, por períodos prolongados de tiempo, puede acarrear efectos no deseados.

### 3 Hipótesis y Objetivos

- $H_0$  1: No ocurrirá disminución del pH salival tras la aplicación de productos blanqueadores dentales
- H 1: Ocurrirá disminución del pH salival tras la aplicación de productos blanqueadores dentales
- $H_0$  2: No ocurrirá mayor disminución del pH salival tras la aplicación de productos blanqueadores de alta concentración con respecto a los productos de baja concentración.
- H 2: Ocurrirá mayor disminución del pH salival tras la aplicación de productos blanqueadores de alta concentración con respecto a los de baja concentración.
- $H_0$  3: No ocurrirá mayor disminución del pH salival tras la aplicación de productos blanqueadores en base a peróxido de hidrógeno en comparación a los productos en base a peróxido de carbamida.
- H 3: Ocurrirá mayor disminución del pH salival tras la aplicación de productos blanqueadores en base a peróxido de hidrógeno en comparación a los productos en base a peróxido de carbamida.

#### 3.1 Objetivo General

- Determinar el cambio de pH que sufre la saliva en el tiempo, tras la aplicación de productos blanqueadores en base a peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida de diferente concentración.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el pH salival transcurridos 5, 15, 30 y 60 minutos desde la aplicación de peróxido de carbamida al 10%
- Determinar el pH salival transcurridos 5, 15, 30 y 60 minutos desde la aplicación de peróxido de carbamida al 35%
- Determinar el pH salival transcurridos 5, 15, 30 y 60 minutos desde la aplicación de peróxido de hidrógeno al 3%
- Determinar el pH salival transcurridos 5, 15, 30 y 60 minutos desde la aplicación de peróxido de hidrógeno al 35%
- Comparar cambios de pH salival en el tiempo según concentración del producto blanqueador
- Comparar cambios de pH salival tras la aplicación de peróxido de hidrógeno v/s peróxido de carbamida

## 4 Materiales y Métodos

El presente correspondió a un estudio experimental in Vitro, sobre el cambio de pH que ocurre en el medio salival tras la aplicación de agentes blanqueadores de diferente composición y concentración.

Para el estudio fueron utilizados dientes humanos extraídos, dispuestos en un medio que simuló las condiciones presentes en boca, a 37° C e inmersos en saliva. El agente blanqueador fue aplicado en cubetillas de poliacetato individuales para cada diente, utilizando la técnica de blanqueamiento descrita por Vélez, C. y Delgado, L., el 2006.

### 4.1 Universo

El Universo para este estudio lo conformaron 65 terceros molares humanos extraídos sanos y sin restauraciones, conservados en suero fisiológico hasta el momento del estudio.

### 4.2 Muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó según fórmula descrita para estudios experimentales cuya variable más importante es cuantitativa ( Test ANOVA). Se utilizaron datos de estudios anteriores sobre pH (Price & cols., 2000), de los cuales se obtuvo la Media y la Desviación Standard ( Fig. 5)

$$f = d \times \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(k + 1)}{3(k - 1)}}$$

k =	5	Nº grupos
s control =	0,51	Desviación estándar en grupo control
Media control =	6,48	
Media experimental literatura=	5,66	
d=		Diferencia entre las medias
f=	0,57	Efecto tamaño (efecto de las diferencias entre grupos) Este factor está tabulado y nos da el tamaño de n según alfa y beta deseados*

Figura 5. Cálculo muestral. (\*Bioestadística, Norman y Streiner)

Para f= 0,57 y 5 grupos corresponde:  
n= 11 para alfa 0.05 y beta 0.10

Según tabla nº1 del apéndice del libro de Bioestadística de Norman y Streiner, 2005, correspondió incluir 11 unidades en cada grupo experimental asumiendo un error alfa de 0.05 y un error beta de 0.10, esperando una potencia del 90%.

Como es posible que existan pérdidas de datos se sobre estimó la muestra en 10%. Por lo tanto, la muestra quedó comprendida de 13 unidades por cada grupo, dando una muestra total de 65 dientes.

$$\frac{n}{(1 - \text{proporción esperada de pérdidas})} = \frac{n}{(1 - 0.1)}$$

#### 4.3 Unidad de Análisis

Correspondió a saliva humana no estimulada. Se utilizó un total de 500 cc de saliva, recolectada de cinco individuos diferentes en cantidades iguales. No se utilizó saliva estimulada ya que ésta presenta un pH más básico. La saliva se obtuvo el día anterior a la experimentación y fue conservada en el refrigerador hasta su uso.

#### 4.4 Agentes Blanqueadores Utilizados

Los productos utilizados para el estudio fueron divididos en dos grupos: productos en base a peróxido de hidrógeno y productos en base a peróxido de carbamida. Luego cada grupo fue dividido en dos subgrupos: productos de alta concentración y productos de baja concentración.

Se utilizaron productos blanqueadores preparados según fórmula del recetario magistral en Farmacias Ahumada ( Anexo 1). Todos los productos fueron elaborados a un pH de 4.0, debido a que los blanqueadores más ácidos disponibles en el mercado, oscilan alrededor de este valor de pH. Los productos quedaron dispuestos de la siguiente manera:

- Peróxido de Carbamida al 35% en vehículo de carbopol
- Peróxido de Carbamida al 10% en vehículo de carbopol
- Peróxido de Hidrógeno al 35% en vehículo de carbopol
- Peróxido de Hidrógeno al 3% en vehículo de carbopol

#### 4.5 Medición de pH

Para la medición del pH se utilizó un pH metro Termo Orion modelo 290 ( Fig. 6), el cual fue calibrado utilizando soluciones de pH estándar y recalibrado entre grupos. La punta del electrodo se lavó con agua destilada y secó con papel absorbente entre mediciones para evitar contaminación entre las muestras.

Se midió el pH salival al tiempo 0, a los 5 min, a los 15 min, a los 30 min y a los 60 min tras la aplicación del producto.



Figura 6. pH metro Termo Orion modelo 290

#### 4.6 Procedimientos

Los molares extraídos fueron lavados, desinfectados con clorhexidina y conservados en un frasco de vidrio con suero fisiológico hasta el momento del estudio. Luego fueron divididos de manera aleatoria en 5 grupos de 13 dientes cada uno.

Cada grupo fue montado en un trozo de plumavit, separando los dientes unos de otros 1.5 cm aproximadamente. Luego se realizó estampado en láminas de poliacetato y se recortaron cubetillas individuales para cada diente.

Para montar los cuerpos de prueba, se cortaron tubos de PVC de 3 cm de diámetro, en trozos de 5 cm de alto. Los tubos fueron rellenos con acrílico de autocurado hasta aproximadamente 2/3 de su capacidad. Luego fueron insertados los dientes al interior de cada tubo ( Fig. 7). Cada tubo fue etiquetado con un número para identificación, además del tiempo al cual correspondía retirarlo del horno para efectuar las mediciones. Se confeccionó también una tapa de silicona para cubrir los cuerpos y evitar contaminación externa.

El pH metro fue calibrado antes de la medición de cada grupo con solución buffer a pH 4 y 7. La punta del electrodo fue lavada entre muestras con agua destilada y secada con papel absorbente.

El horno fue calibrado a temperatura de 37° C y se mantuvo un termómetro al interior de éste para verificar que no se produjeran cambios durante el estudio ( Fig. 8).

Se colocó una cantidad del tamaño de una lenteja de producto blanqueador en la cubetilla, luego ésta se posicionó sobre el diente, se agregaron 6 cc de saliva y se procedió a medir el pH en el tiempo 0. Luego se introdujo en el horno y sólo fue extraída de éste en los tiempos destinados a realizar lectura del pH, es decir, a los 5, 15, 30 y 60 minutos ( Fig. 9). Para evitar errores y debido a que en algunas ocasiones el pH metro se demora más en dar una lectura correcta, cada muestra fue introducida con un desfase de 10 minutos unas de otras.



Figura 7. Cuerpo de prueba. Molar montado y cubetilla de poliacetato



Figura 8. Muestras con tapa dentro del horno a 37°C



Figura 8. Medición pH salival. Punta del electrodo dentro del cuerpo de prueba

#### 4.7 Materiales Utilizados

- 65 terceros molares humanos extraídos
- Suero fisiológico
- Clorhexidina
- Agua destilada
- Toalla papel absorbente
- Jeringas de 10 cc
- Termómetro
- Cronómetro
- Vasos de vidrio
- Plumavit
- Láminas de poliacetato
- Máquina estampadora
- pH metro Thermo Orion modelo 290
- Buffer pH 4 y 7
- Horno
- Saliva
- Tubos de PVC
- Acrílico de auto curado
- Productos blanqueadores

## 5 Resultados

Los datos obtenidos de la variación de pH salival en el tiempo, tras la aplicación de agentes blanqueadores dentales de diferente concentración (alta y baja) y diferente composición (peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida), fueron registrados y graficados en planilla de Microsoft Excel (Anexo 2).

Para el análisis estadístico, los datos fueron introducidos al programa SPSS, donde fueron sometidos a análisis estadísticos descriptivos y análisis de medidas repetidas. Estos análisis son apropiados cuando un mismo individuo es observado en diferentes tiempos respecto de uno o más factores en nuestro caso el factor es uno solo y corresponde al producto blanqueador.

### 5.1 Análisis Estadístico

#### Factores intra-sujetos

El factor intra-sujeto corresponde al tiempo., ya que dentro de cada grupo se miden las variaciones del pH en función del tiempo transcurrido. A cada tiempo se le designó con un nivel, generándose así cinco niveles. El nivel 1 correspondió a la medición en el tiempo 0; el nivel 2 a los 5 minutos; el 3 a los 15 minutos; el 4 a los 30 minutos; y el 5 a los 60 minutos.

Medida: pH\_Salival

Tiempo	
1	Min 00
2	Min 05
3	Min 15
4	Min 30
5	Min 60

### Factores inter-sujetos (Blanqueador)

El factor inter-sujeto corresponde al blanqueador que es diferente para cada grupo. El estudio comprendió a cinco grupos: un grupo control o blanco y cuatro grupos con blanqueadores diferentes. Se denominó CA, al grupo al cual se le aplicó peróxido de carbamida de alta concentración; CB al grupo con peróxido de carbamida de baja concentración; HA al grupo con peróxido de hidrógeno de alta concentración; y HB al grupo con peróxido de hidrógeno de baja concentración.

		N
Blanqueador	CA	13
	CB	13
	Control	13
	HA	13
	HB	13

## 5.2 Análisis estadísticos Descriptivos

Tabla I. Promedios y Desviaciones Estándar Según Tiempo y Tipo de Blanqueador

Tiempo	Blanqueador	Media	Desv. típ.	N
Min 00	CA	7.4618	0.1582	13
	CB	7.4766	0.13646	13
	Control	7.3784	0.02098	13
	HA	7.3859	0.13654	13
	HB	7.5888	0.15996	13
	Total	7.4583	0.14983	65
Min 05	CA	7.04446	0.057821	13
	CB	7.20331	0.117315	13
	Control	7.36715	0.021185	13
	HA	7.05962	0.096069	13
	HB	7.29692	0.145428	13
	Total	7.19429	0.159554	65
Min 15	CA	7.1548	0.05589	13
	CB	7.2931	0.13007	13
	Control	7.3572	0.0192	13
	HA	7.1557	0.10599	13
	HB	7.3206	0.1507	13
	Total	7.2563	0.13236	65
Min 30	CA	7.2795	0.08856	13
	CB	7.4264	0.09724	13
	Control	7.3595	0.01938	13
	HA	7.2005	0.10135	13
	HB	7.492	0.1638	13
	Total	7.3516	0.14532	65
Min 60	CA	7.4746	0.18663	13
	CB	7.488	0.10448	13
	Control	7.3755	0.01827	13
	HA	7.3969	0.16771	13
	HB	7.6178	0.1699	13
	Total	7.4706	0.16349	65

En la tabla I, se observa que el menor pH se alcanzó a los 5 minutos en el grupo CA (7.04), y el mayor pH se alcanzó a los 60 minutos en el grupo HB ( 7.61).

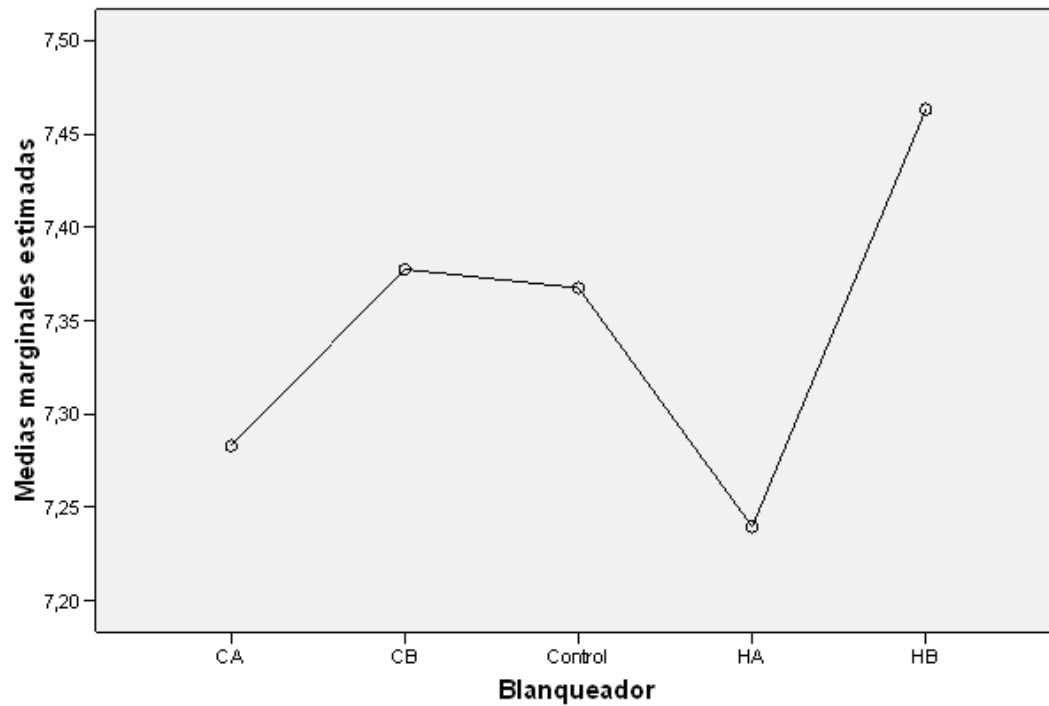


Figura 10. Medias marginales estimadas de pH salival / blanqueador.

La figura 10 muestra la variación del pH salival en función del tipo de blanqueador aplicado. Se observa que el menor pH se alcanzó tras la aplicación del HA, seguido del CA.

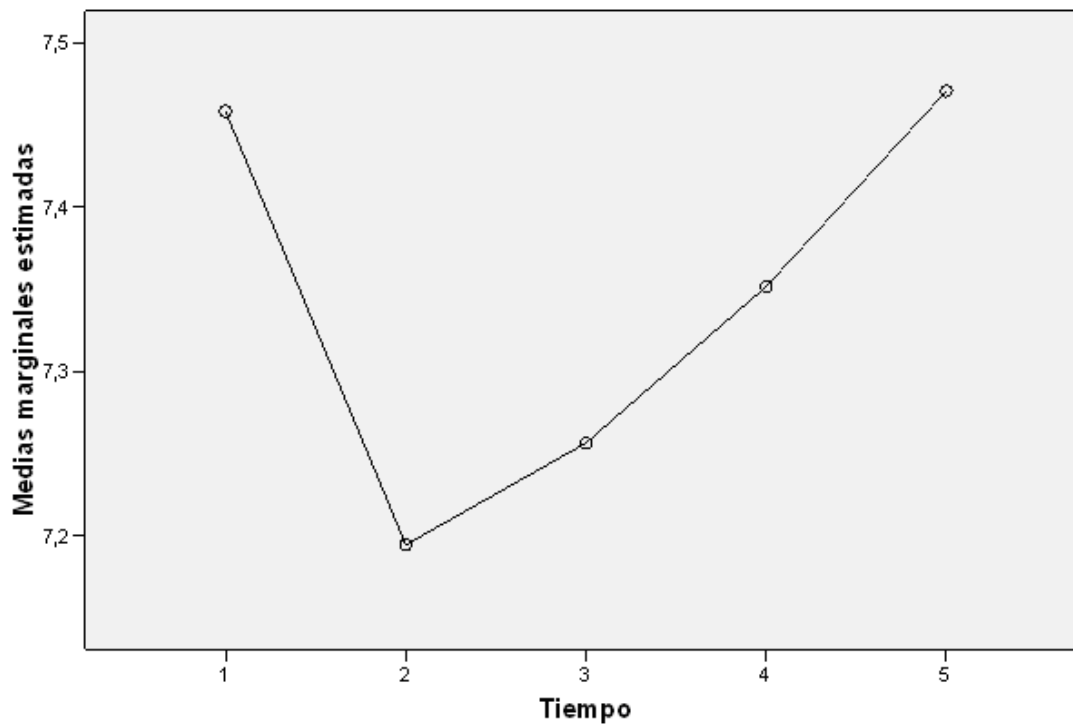


Figura 11. Medias marginales estimadas de pH salival / tiempo.

La figura 11 muestra el cambio de pH en el tiempo. Se observa que el menor pH es alcanzado a los 5 minutos tras la aplicación del blanqueador. Luego el pH sube paulatinamente en el tiempo hasta alcanzar en el minuto 60 un pH similar al pH inicial (tiempo 0).

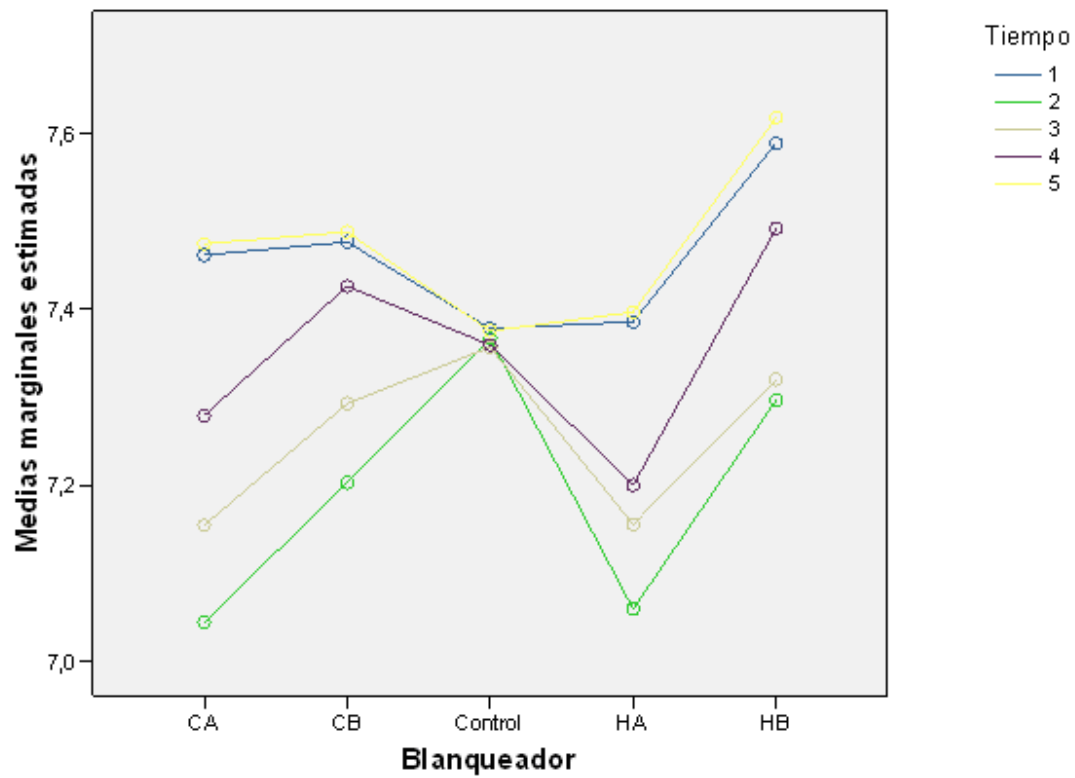


Figura 12. Medias estimadas marginales de pH salival /blanqueador/tiempo.

La figura 12 muestra el comportamiento del pH salival, a los diferentes tiempos, según cada tipo de blanqueador aplicado. Se observa que los menores valores de pH se alcanzan a los 5 minutos tras la aplicación de CA y HA.

Tabla II. Pruebas de Contraste Entre Blanqueadores

Prueba de Contraste Dentro de los Blanqueadores						
Fuente	Tiempo	SS	DF	SM	F	p - Value
Tiempo	00 - 60	0.01	1	0.01	1.18	0.283
	05 - 60	4.961	1	4.961	248.31	0.000
	15 - 60	2.985	1	2.985	157.80	0.000
	30 - 60	0.92	1	0.92	56.61	0.000

La tabla II proporciona las comparaciones con el nivel 5 de tiempo (60 minutos) de las medias de pH salival obtenidas en cada tiempo. El nivel de significación (p - Value) asociado al estadístico F obtenido es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, excepto en la comparación 00-60.

Tabla III. Contraste de Levene Sobre la Igualdad de las Varianzas Error(a)

	F	gl1	gl2	Significación
Min_0	4.407	4	60	0.003
Min_5	3.444	4	60	0.013
Min_15	9.110	4	60	0.000
Min_30	3.939	4	60	0.007
Min_60	4.448	4	60	0.003

La tabla III contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos. Se aprecia que los p-valores indican diferencias significativas en las varianzas por grupo de los residuos o errores.

Tabla IV. Pruebas de Contraste Entre Blanqueadores

Prueba de Contraste Entre los Blanqueadores					
Fuente	SS	DF	SM	F	p - Value
Intersección	3507.833	1	3507.833	380907	0.000
Blanqueador	0.396	4	0.099	10.75	0.000
Error	0.553	60	0.009		

Tabla V. Promedios e Intervalos de Confianza Para las Medias en Cada Blanqueador

Estimación de la Media de los Blanqueadores				
Blanqueador	Media	E	LS	LI
Control	7.368	0.027	7.314	7.421
CA	7.283	0.027	7.230	7.336
CB	7.377	0.027	7.324	7.431
HA	7.240	0.027	7.186	7.293
HB	7.463	0.027	7.410	7.516

## 5.3 Pruebas Post-Hoc

Tabla VI. Test de Comparaciones Múltiples e Intervalos de Confianza Para las Diferencias de las Medias Respectivas Por Pares ( Test T3 de Dunnet para varianzas diferentes)

Comparación Entre Pares Test T3 Dunnet						
Blanq I	Blanq J	$\mu_i - \mu_j$	E	p-Value	LS	LI
CA	CB	-0.094	0.035	0.110	-0.201	0.012
	Control	-0.084	0.024	0.036	-0.164	-0.005
	HA	0.043	0.034	0.882	-0.061	0.147
	HB	-0.180	0.048	0.012	-0.329	-0.031
CB	CA	0.094	0.035	0.110	-0.012	0.201
	Control	0.010	0.026	1.000	-0.076	0.096
	HA	0.138	0.035	0.007	0.030	0.246
	HB	-0.086	0.049	0.573	-0.237	0.066
Control	CA	0.084	0.024	0.036	0.005	0.164
	CB	-0.010	0.026	1.000	-0.096	0.076
	HA	0.128	0.025	0.002	0.046	0.210
	HB	-0.096	0.042	0.284	-0.234	0.043
HA	CA	-0.043	0.034	0.882	-0.147	0.061
	CB	-0.138	0.035	0.007	-0.246	-0.030
	Control	-0.128	0.025	0.002	-0.210	-0.046
	HB	-0.223	0.048	0.002	-0.373	-0.074
HB	CA	0.180	0.048	0.012	0.031	0.329
	CB	0.086	0.049	0.573	-0.066	0.237
	Control	0.096	0.042	0.284	-0.043	0.234
	HA	0.223	0.048	0.002	0.074	0.373

En la tabla VI se observa que existe diferencia significativa en la comparación entre HB con HA, CA con Control, y HA con Control.

## 6 Discusión

Los productos blanqueadores más utilizados en la actualidad son aquellos en base a peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida. Éstos pueden estar en contacto con superficies intraorales por varias horas o pueden ser usados a diario para clarear los dientes.

El pH del material puede afectar la liberación de radicales de peróxido (y de esta manera, el efecto blanqueador) y su estabilidad. Un pH muy bajo puede abrir los túbulos dentinarios expuestos y de esta manera aumentar la sensibilidad dental (Tam, 1999). Por lo tanto, estos agentes deberían tener un pH relativamente neutro para minimizar el daño potencial.

Los agentes blanqueadores, pueden variar en su acidez, lo que es importante, si consideramos que la desmineralización de esmalte ocurre en un medio con pH entre 5.2 y 5.5.

Los resultados de este estudio determinaron que los cambios de pH en el medio salival a través del tiempo son estadísticamente significativos, por lo que la acidez de los productos blanqueadores afecta el pH del medio salival.

En ninguno de los grupos, hubo una baja de pH crítico (bajo 5.5) en el tiempo. Además, los menores valores de pH, en todos los grupos se encontraron alrededor del minuto 5. Luego de los 5 minutos, el valor de pH en todos los grupos aumentó progresivamente hasta restituirse por completo a los 60 minutos.

En el estudio de Leonard R.H. Jr., Bentley C.D., Haywood VB. de 1994, se utilizó un agente blanqueador de peróxido de carbamida al 10%, los resultados mostraron que los niveles de pH salival aumentan en el tiempo (2 horas de aplicación). Estas mediciones se realizaron dentro de la cubeta de blanqueamiento, y en muestras de saliva extraoral.

Estos resultados se asemejan a los encontrados en este estudio. En el grupo CB, el pH salival disminuye dentro de los primeros 5 minutos, para luego aumentar hasta el minuto 60. No obstante estos resultados no son comparables, debido a que su estudio se realizó in vivo.

Existen en el mercado agentes blanqueadores con un pH tan bajo como 3.67, además mientras mayor sea la concentración del peróxido en el producto, más ácido será el pH de éste (Price y cols., 2000). En nuestro estudio, los 4 grupos de agentes blanqueadores tenían un valor de pH 4, sin embargo, los únicos cambios de pH salival estadísticamente significativos aparecieron en los grupos HA y CA, al compararlos con el grupo control. Esto se podría explicar por la mayor concentración de estos dos agentes, ya que una mayor concentración del producto lo hace más inestable

Al comparar los grupos HB y CB con el grupo control, los cambios de pH salival no fueron significativos, así como también al compara HB y CB entre sí. Lo mismo ocurrió al comparar al comparar los grupos HA y CA entre sí.

Aún cuando el pH salival no alcanzó en ningún grupo el pH crítico que pudiera producir algún daño a los tejidos orales, cabe recordar, que nuestro estudio fue in Vitro (una limitación). Si bien se recrearon condiciones semejantes a las del medio bucal, los resultados pudieran variar en un medio in vivo, en el cual existe flujo salival, factores anatómicos e inherentes a cada individuo.

Cabe recalcar también que en nuestro estudio todos los blanqueadores fueron utilizados según técnica de aplicación con cubetas (Vélez, C. y Delgado, L., el 2006), y en la práctica clínica, los productos de peróxido de hidrógeno de alta concentración son habitualmente utilizados sin cubeta.

## 7 Conclusiones

El pH salival cambia en el tiempo, tras la aplicación de agentes blanqueadores en base a peróxido de hidrógeno y carbamida.

Al comparar peróxidos de alta concentración y de baja concentración (de carbamida y de hidrógeno), con el grupo control, se observó una disminución estadísticamente significativa del pH en el medio salival en los grupos HA y CA

Al comparar peróxidos de alta concentración con peróxidos de baja concentración (CA con CB y HA con HB), se observó una diferencia de pH en el medio salival. Los valores de pH más bajos se registraron a los 5 minutos, en el grupo CA y HA, siendo en éste último estadísticamente significativo. A pesar de los cambios de pH, éste último se reestableció a los 60 minutos en todos los grupos.

Aún considerando que los valores de pH nunca alcanzaron niveles críticos, recomendamos siempre seguir las pautas de aplicación establecidas, minimizando al máximo la posible aparición de efectos indeseables.

## 8 Sugerencias

- Realizar estudios in vivo del comportamiento de pH salival en el tiempo.
- Realizar estudios considerando las técnicas de aplicación adecuadas a cada producto.
- Realizar un estudio sobre el cambio de pH del producto blanqueador en sí mismo, a diferentes concentraciones, y a diferentes tiempos de almacenamiento.

## 9 Resumen

El presente corresponde a un estudio experimental in vitro sobre el efecto que tienen en el pH salival el uso de los productos blanqueadores dentales de diferente composición y concentración. Las variaciones de pH fueron registradas a diferentes tiempos tras la aplicación del producto( 0, 5, 15, 30 y 60 min).

La muestra quedó constituida por 65 molares extraídos y montados en acrílico. Los dientes fueron divididos en cinco grupos de 13 dientes cada uno. A cuatro de los grupos se les aplicó productos blanqueadores( peróxido de hidrógeno al 3% y 35% y peróxido de carbamida al 10% y 35%) en cubetillas individuales de poliacetato y el quinto correspondió a un grupo control. Para La medición del pH se utilizó un pH metro Thermo Orion modelo 290.

Los resultados fueron tabulados en tablas de Microsoft Excel y analizados con el programa SPSS de estadística. Estos resultados indicaron que todos los productos producen un cambio del pH salival en el tiempo y que este pH tiende a reestablecerse tras una hora de aplicación. Si bien esto, los únicos cambio de pH que resultaron estadísticamente significativos fueron los obtenidos al comparar los peróxidos de alta concentración. Con todo, los cambios de pH nunca se acercaron a valores de pH críticos para la salud de los tejidos orales. A pesar de esto y frente a las limitaciones que presentó el estudio, sugerimos que se realicen nuevos estudios y que el profesional odontólogo actúe con responsabilidad y precaución en conocimiento de los procedimientos, propiedades e indicaciones más adecuadas al uso de estos productos.

## 10 Anexos

### Anexo 1

Fórmula según recetario magistral de productos blanqueadores ( Farmacias Ahumada)

Gel de Peróxido de Carbamida al 35%

En vehículo de carbopol 5%

A pH 4 c.s.p 10 ml

Gel de Peróxido de Carbamida al 10%

En vehículo de carbopol 5%

A pH 4 c.s.p 10 ml

Gel de Peróxido de Hidrógeno al 35%

En vehículo de carbopol 5%

A pH 4 c.s.p 10 ml

Gel de Peróxido de Hidrógeno al 3%

En vehículo de carbopol 5%

A pH 4 c.s.p 10 ml

## Anexo 2

Datos tabulados en Microsoft Excel

TABLA N°1					
Peróxido de Hidrógeno 35% vs pH Salival					
Muestra	Tiempo (min)				
	0	5	15	30	60
Muestra 01	7.39	7.14	7.13	7.15	7.29
Muestra 02	7.30	7.07	7.33	7.37	7.31
Muestra 03	7.42	7.03	7.25	7.25	7.44
Muestra 04	7.41	7.13	7.21	7.30	7.35
Muestra 05	7.18	7.04	7.11	7.16	7.18
Muestra 06	7.52	7.19	7.10	7.19	7.69
Muestra 07	7.28	7.00	7.09	7.25	7.33
Muestra 08	7.42	7.09	7.10	7.25	7.40
Muestra 09	7.38	7.08	7.21	7.14	7.35
Muestra 10	7.53	7.21	7.25	7.14	7.39
Muestra 11	7.47	6.92	7.01	7.07	7.61
Muestra 12	7.12	6.89	6.97	7.02	7.16
Muestra 13	7.59	6.98	7.26	7.33	7.66
Promedio	7.386	7.060	7.156	7.200	7.397
Desv Std	0.137	0.096	0.106	0.101	0.168
Datos	13	13	13	13	13

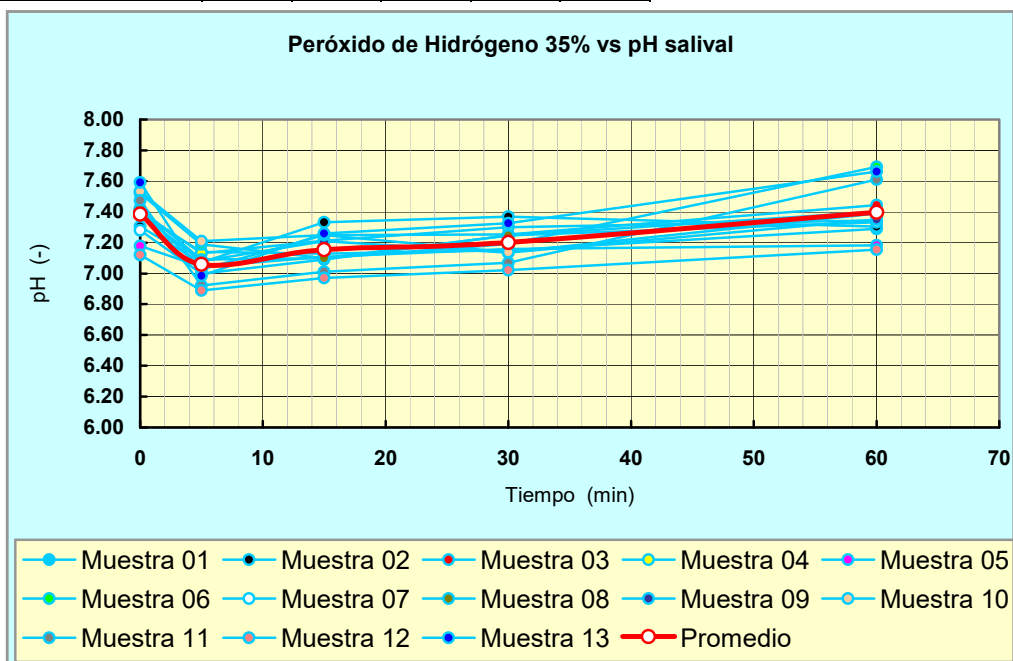


TABLA N°2					
Peróxido de Hidrógeno 3% vs pH Salival					
Muestra	Tiempo (min)				
	0	5	15	30	60
Muestra 01	7.76	7.34	7.30	7.51	7.71
Muestra 02	7.68	7.38	7.43	7.65	7.78
Muestra 03	7.67	7.34	7.41	7.50	7.62
Muestra 04	7.73	7.36	7.39	7.58	7.67
Muestra 05	7.46	7.29	7.38	7.39	7.47
Muestra 06	7.67	7.37	7.28	7.44	7.77
Muestra 07	7.67	7.34	7.40	7.65	7.82
Muestra 08	7.47	7.26	7.20	7.54	7.52
Muestra 09	7.77	7.48	7.47	7.63	7.68
Muestra 10	7.63	7.35	7.45	7.61	7.73
Muestra 11	7.54	7.34	7.40	7.51	7.63
Muestra 12	7.25	6.90	6.95	7.07	7.25
Muestra 13	7.37	7.12	7.11	7.31	7.38
Promedio	7.589	7.297	7.321	7.492	7.618
Desv Std	0.160	0.145	0.151	0.164	0.170
Datos	13	13	13	13	13

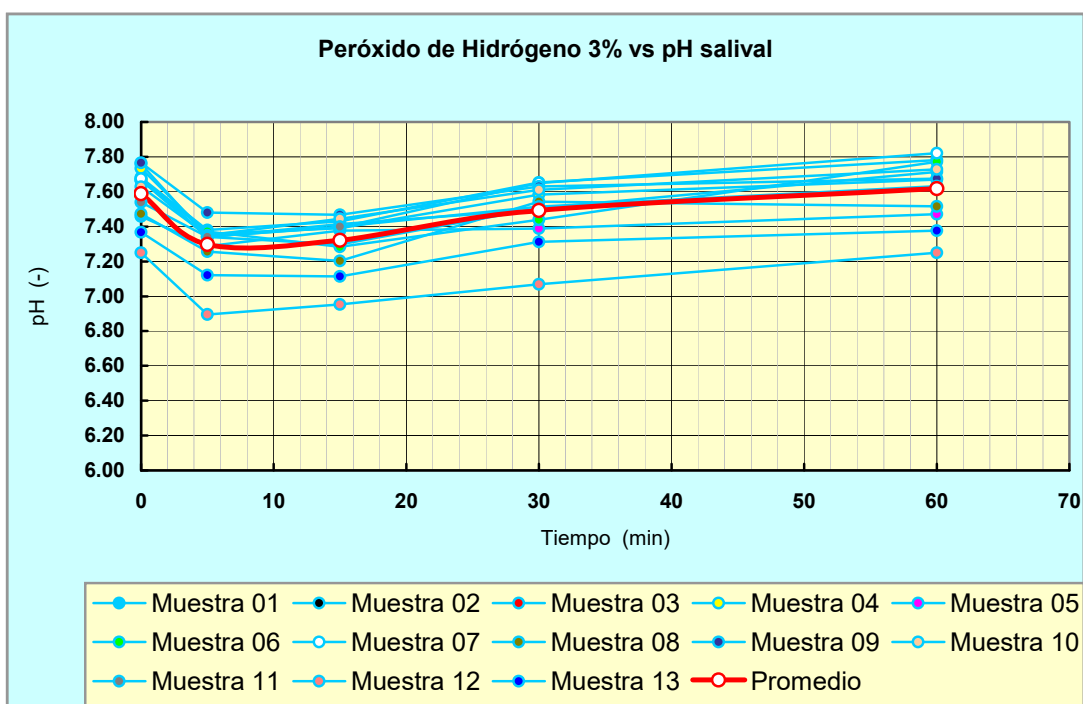


TABLA N°3					
Peróxido de Carbamida 35% vs pH Salival					
Muestra	Tiempo (min)				
	0	5	15	30	60
Muestra 01	7.57	7.08	7.15	7.42	7.53
Muestra 02	7.43	7.10	7.16	7.31	7.36
Muestra 03	7.30	6.95	7.05	7.15	7.40
Muestra 04	7.49	7.12	7.18	7.29	7.40
Muestra 05	7.15	6.97	7.05	7.18	7.22
Muestra 06	7.45	7.06	7.15	7.21	7.44
Muestra 07	7.48	7.09	7.14	7.30	7.43
Muestra 08	7.69	7.00	7.17	7.20	7.74
Muestra 09	7.57	7.01	7.18	7.25	7.85
Muestra 10	7.60	7.13	7.17	7.35	7.51
Muestra 11	7.55	7.01	7.21	7.44	7.59
Muestra 12	7.54	7.06	7.26	7.31	7.52
Muestra 13	7.20	7.01	7.18	7.25	7.16
Promedio	7.462	7.044	7.155	7.280	7.475
Desv Std	0.158	0.058	0.056	0.089	0.187
Datos	13	13	13	13	13

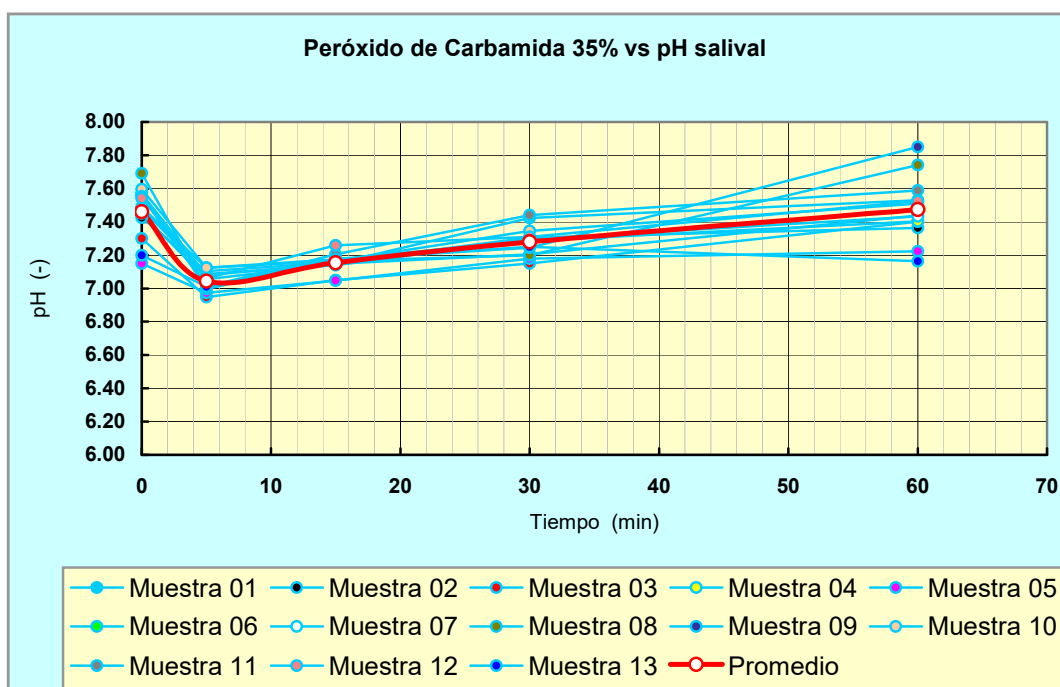


TABLA N°4					
Peróxido de Carbamida 10% vs pH Salival					
Muestra	Tiempo (min)				
	0	5	15	30	60
Muestra 01	7.55	7.27	7.46	7.48	7.54
Muestra 02	7.39	7.12	7.23	7.50	7.58
Muestra 03	7.45	7.26	7.40	7.45	7.45
Muestra 04	7.71	7.44	7.45	7.47	7.52
Muestra 05	7.32	7.11	7.39	7.51	7.48
Muestra 06	7.72	7.43	7.45	7.51	7.54
Muestra 07	7.53	7.16	7.20	7.45	7.63
Muestra 08	7.58	7.20	7.31	7.44	7.64
Muestra 09	7.42	7.19	7.13	7.24	7.27
Muestra 10	7.36	7.12	7.19	7.46	7.50
Muestra 11	7.48	7.16	7.33	7.43	7.40
Muestra 12	7.43	7.08	7.12	7.20	7.39
Muestra 13	7.28	7.11	7.15	7.40	7.43
Promedio	7.477	7.203	7.293	7.426	7.488
Desv Std	0.136	0.117	0.130	0.097	0.104
Datos	13	13	13	13	13

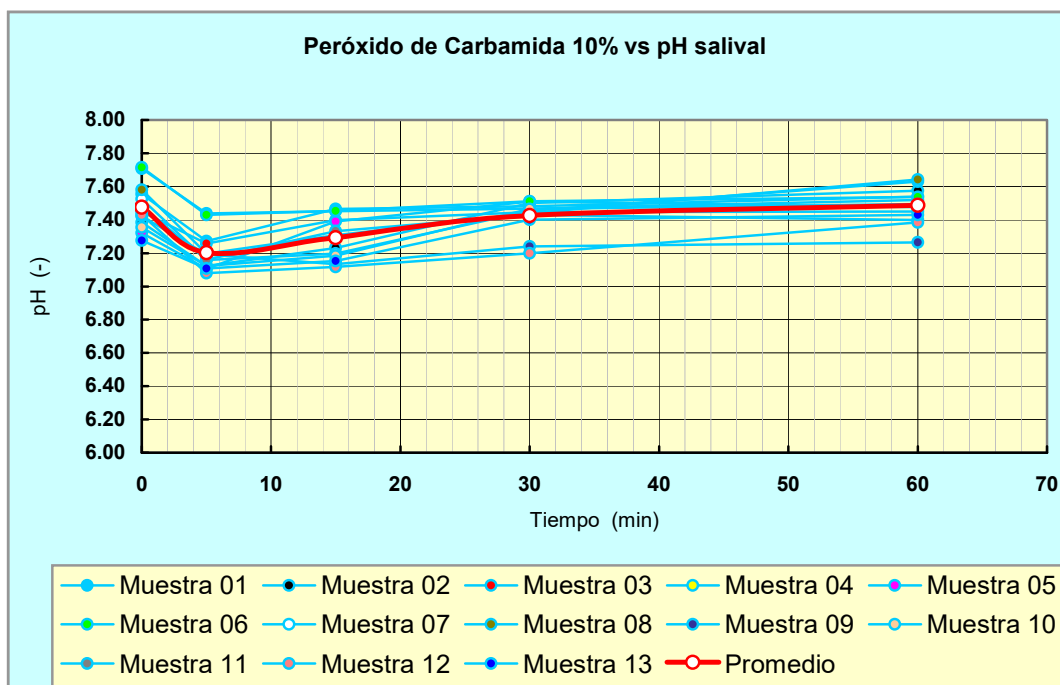
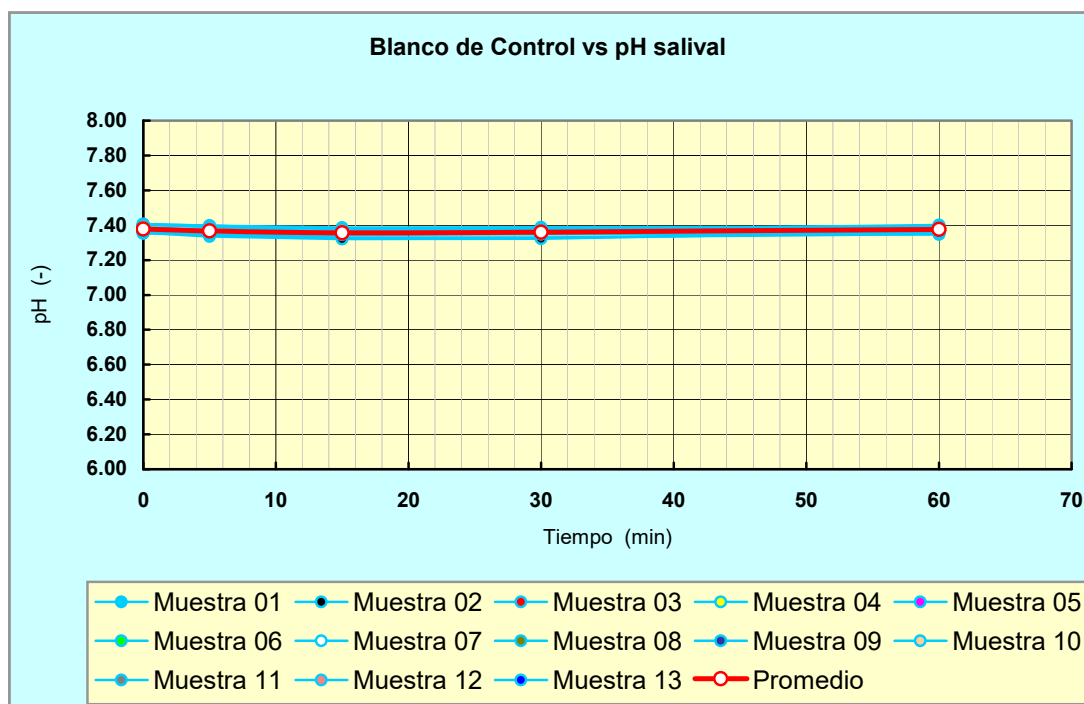


TABLA N°1					
Blanco de Control vs pH Salival					
Muestra	Tiempo (min)				
	0	5	15	30	60
Muestra 01	7.39	7.34	7.33	7.33	7.35
Muestra 02	7.36	7.34	7.32	7.32	7.36
Muestra 03	7.35	7.36	7.35	7.35	7.35
Muestra 04	7.37	7.35	7.35	7.35	7.37
Muestra 05	7.40	7.40	7.39	7.39	7.39
Muestra 06	7.41	7.40	7.38	7.38	7.39
Muestra 07	7.37	7.37	7.36	7.37	7.38
Muestra 08	7.37	7.36	7.36	7.37	7.37
Muestra 09	7.36	7.36	7.36	7.35	7.36
Muestra 10	7.39	7.37	7.36	7.37	7.40
Muestra 11	7.40	7.39	7.36	7.36	7.40
Muestra 12	7.40	7.39	7.38	7.38	7.40
Muestra 13	7.36	7.36	7.35	7.35	7.36
Promedio	7.378	7.367	7.357	7.359	7.376
Desv Std	0.021	0.021	0.019	0.019	0.018
Datos	13	13	13	13	13



## 11 Bibliografía

- Almeida VP., Trindade A.M., Naval M.A., Soares A.A., Reis L. “Saliva Composition and Functions: A Comprehensive Review”. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, Volume 9, pp. 1-11
- Attin, T., Paqué, F., Ajam, F., Lennon, AM. (2003); Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J.* May;36(5):313-29.
- Ausschill, TM., Hellwig, E., Schmidale, S., Sculean, A., Arweiler, NB. (2005); Efficacy, Side Effects and Patient’s Acceptance of Different Bleaching Techniques (OTC, in-office, at-home). *J Op Dent*; 30-2: 156-163.
- Baratieri & cols. (2001). Clareamiento de Dientes. En: *Odontología Restauradora, Fundamentos y Posibilidades*. Editor: Baratieri. 1ª Edición. Pp 675-718.
- Bardow, A., Moe, D., Nyvad, B., Nauntofte, B., (2000) “The buffer capacity and buffer system of human whole saliva measured without loss of CO<sub>2</sub>”, en *Archives of Oral Biology*. Volumen 45, pp. 1-12.
- Basting, RT., Rodrigues Jr, AL., Serra, MC. (2005); The effect of 10% Carbamide Peroxide, Caropol and/or Glycerin on Enamel and Dentin Microhardness. *J Op dent*; 30-5: 608-616.
- Berjolis, EA., Aberastain, E. (2006) Blanqueamiento. En: *Operatoria Dental. Integración Clínica*. Editores: Barrancos Mooney & Barrancos. 4º Edición. Pp 1086-1108.
- Bertomeu J. R.. Departament de Historia de la Ciència, Facultat de Medicina ([www.uv.es/~bertomeu](http://www.uv.es/~bertomeu)), obtenido 3 de octubre 2007.
- Caballero, AB., Forner Navarro, L., Amengual Lorenzo, J. (2006); At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 11: Pp: 94-9.
- Chang, R. (2000). Ácidos y Bases; Equilibrio Ácido-Base y Equilibrios de Solubilidad. En: *Raymond Chang*. 6º edición. Pp 597-693.
- Dahl, J., Pallesen, U. (2003); Tooth bleaching: A Critical Review of the Biological Aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 14(4). Pp:292-304.
- Edgar, WM.,(1992) “Saliva: its secretion, composition and functions” *British Dental Journal*; Volume 172, No. 8, pages 305-312
- Fu, B., Hoth-Hannig, W., Hannig, M. (2007); Effects of dental bleaching on micro- and nano-morphological alterations of the enamel surface. *Am J Dent*. 20: 35-40.
- Humphrey S.P., Williamson R.T., (2001) “a review of saliva: normal composition, flow, and function”, *J Prosthet Den*. Volumen 85, número 2, febrero, pp. 162-169.
- Jorgensen, M., Carroll, M. (2002); Incidence of tooth sensitivity after home whitening treatment. *JADA*. 133: 1076-1082.
- Kihn, PW., Barnes, DM., Romberg, E., Peterson, K. (2000); Clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc*. 131 Pp:1478-84.
- Kugel, G., Kastali, S. (2000); Tooth-Whitening Efficacy and Safety: A Randomized and Controlled Clinical Trial. *Compendium*. 29; 21: 16-21.

- Leonard R.H. Jr., Austin S.M., Haywood V.B., Bentley C.D. (1994). Change in pH of plaque and 10% carbamide peroxide solution during nightguard vital bleaching treatment. *Quintessence Int.* 1994 Dec;25(12)Pp: 819-23.
- Leonard R.H. Jr., Bentley C.D., Haywood VB. (1994). Salivary pH changes during 10% carbamide peroxide bleaching. *Quintessence Int.* 1994 Aug;25(8) Pp:547-50
- Llena, C. (2006) “ La saliva en el mantenimiento de la salud oral y como ayuda en el diagnóstico de algunas patologías”, en *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. Volumen 11, pp. E449-E455.
- Matis, BA., Cochran, MA., Franco, M., Al-Ammar, W., Eckert, GJ., Atropes, M. (2007); Eight In-office Tooth Whitening Systems Evaluated In Vivo: A Pilot Study. *J Op Dent*; 32-4: 322-327.
- Melo, N., Gallego, GJ., Restrepo, LF., Peláez, A. (2006); Blanqueamiento vital y métodos para la valoración de su eficacia y estabilidad. *Rev CES Odont.* 19–2: 53-60.
- Moncada G. A., Aránguiz V., Urzúa. *Blanqueamiento en Odontología.* 2000; Pag. 12.
- Moreira, M., Aparecida, N., Ramos, J. (2003). *Blanqueamiento Dental Interno y Externo.* En: *Estética Odontológica: Nueva Generación.* Editor: Hecht, M. Editora Artes Médicas Ltda. Pp: 343- 361
- Munro, IC., Williams, GM., Heymann, HO., Kroes, R. (2006); Use of Hydrogen Peroxide-Based Tooth Whitening Products and its Relationship to Oral Cancer. *J Esthet Restor Dent.* 18. Pp:119–125.
- Pinto, CF., De Oliveira, R., Cavalli, V., Giannini, M. (2004); Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 18(4)Pp:306-11.
- Price, RBT., Sedarous, M., Hiltz, GS. (2000); The pH of Tooth-Whitening Products. *J Can Dent Assoc.* 66 Pp: 421-6.
- Rantonen P., (2003): “Salivary flow and composition in healthy and diseased adults”. Institute of Dentistry, University of Helsinki, Department of Oral and Maxillofacial Diseases, Helsinki University Central Hospital, Helsinki, Finland and Oral and Maxillofacial Department / Department of Otorhinolaryngology, Kuopio University Hospital, Kuopio, Finland
- Schiavoni, RJ., Pedroso Turssi, C., Rodrigues Jr, AL., Campos Serra, M., Djalma Pécora, J., Fröner, IC. (2006); Effect of bleaching agents on enamel permeability. *Am J Dent.* 19 Pp: 313-316.
- Screebny, L.M., (1992) “Saliva: its role in health and disease”, en *International Dental Journal.* Volumen 42. Número 4, pp. 291-304.
- Tam, L. (1999); Clinical Trial of Three 10% Carbamide Peroxide Bleaching Products. *J Can Dent Assoc.* 65:201-5.
- Tredwin, CJ., Naik, S., Lewis, NJ., Scully, C. (2006); Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J.* Apr 8;200(7):371-6.
- Vélez, C., Delgado, L., 2006; capítulo 4: Blanqueamiento de piezas vitales. Pp. 105-130, *Estética en Odontología Restauradora.* Editor: Gilberto Henostroza. Editorial: Ripano.
- [www.blanqueamientodental.com/HISTORIA](http://www.blanqueamientodental.com/HISTORIA). Obtenido 10 noviembre 2007
- [www.um.es/molecula/sales05](http://www.um.es/molecula/sales05). Obtenido 13 noviembre 2007



