

EL OXIGENO NACIENTE DEL PERBORATO SODICO EN LA DESINFECCION E HIGIENE DE LA BOCA

por el

DR. MIGUEL SÁENZ DE PIPAÓN Y TEJADA

Odontólogo

D. D. S. de la University of Pennsylvania

Doctor en Medicina y Cirugía, etc.

615.732.1 : 616.31-083

PROPOSITO

Los productos destinados a la desinfección e higiene bucal, llamados dentífricos, pueden adoptar la forma de pasta, polvo y elixir.

Nuestro propósito es estudiar los segundos (polvos) refiriéndonos al perborato de sosa, terminando con el examen comparativo de algunos de ellos. Asimismo, incluiremos nuestra recomendación sobre su empleo en disolución como enjuagatorio bucal, en colaboración con el cepillo dental, y con los atomizadores.

INTRODUCCION

Todo producto de higiene dental actúa de dos formas: mecánica y químicamente. Mecánicamente se arrastran los detritus procedentes de los alimentos, cuyos principios inmediatos: hidratos de carbono, proteínas, y lípidos, quedan depositados sobre la superficie del diente y en los espacios interdento-gingivales, de cuyas fermentaciones se da lugar a la formación de ácidos capaces de producir la decalcificación del esmalte dental.

El poder de desinfección es la segunda de las propiedades de los productos de higiene bucal, pretendiendo así eliminar los microorganismos patógenos, tanto como los que puedan favore-

(*) Trabajo recibido para su publicación el 30 de noviembre de 1948 y que por causas ajenas a nuestra voluntad no ha sido posible publicar antes.

cer la producción de las fermentaciones ácidas procedentes de los detritus de la dieta alimenticia.

Con estas dos funciones se tiende a la prevención o profilaxis de una de las alteraciones patológicas más extendida en la dentadura, de consecuencias no solo locales e inmediatas, sino de mayor responsabilidad para la salud del organismo por las complicaciones a que puede dar lugar. Nos referimos a la caries dental.

C A P I T U L O I

LA CARIES

Al decir de Pincus, la caries sería la pérdida de la continuidad tisular del diente, no debida a trauma, atricción o desgaste (1).

Es pues una definición negativa, por cuanto su etiología pertenece al campo de la hipótesis (?) (2). Se trata, sí, de un complejo etiológico basado, como toda condición biológica (resumiendo), en: (a) la herencia, y (b) el medio o caracteres locales, que son los que vamos a considerar.

El segundo (b), es decir, los caracteres locales, pueden a su vez abarcar el estudio sobre las estructuras del diente, las circunstancias bacteriológicas orales y el análisis de la acción química de la saliva.

Por el propósito de esta exposición, exposición indispensable para el estudio que nos proponemos en este trabajo, nos limitaremos a los hechos más salientes del problema de la caries, uno de los cuales sería el de la acidez. Nos referimos pues, en primer lugar a la

TEORÍA QUÍMICO-PARASITARIA

La teoría químico-parasitaria sobre la que Miller expuso sus trabajos (1882), fué propuesta por Leber y Rottstein en 1867. Teoría químico-parasitaria que se apoyaba en los conceptos químicos de Parmly (1821). Miller comprobó que los detritus

(1) La caries, en opinión de Gotthlieb (1944), es un proceso, al parecer, proteolítico que comienza en el ataque y destrucción de la sustancia orgánica del esmalte.

Sin embargo, la sustancia orgánica del esmalte no puede ser considerada independientemente de la inorgánica, sino íntimamente ligadas entre sí (Leimgruber, 1945).

(2) Véase al final de este capítulo I el estudio de la etiología de la caries dental.

depositados en la boca por la alimentación, fermentaban por la acción bacteriana, produciendo distintos ácidos capaces de causar lesiones de caries. En los trabajos experimentales de Miller se puede apreciar que al someter dientes sanos a la acción de mezclas de hidratos de carbono y saliva, a la temperatura del cuerpo, se pudo apreciar, decimos, que los dientes eran atacados, aun cuando haya quien ponga en duda—¡y no sin razón!—estos resultados (Howe 1917).

Williams (1885), colaborador de Heitzmann (primer propugnador de la vitalidad del esmalte dental, 1886, negada por Black), encontró en la saliva varias formas de leptotrix, además de bacilos y micrococos, microorganismos todos que formando placas se adherían al esmalte. Ya Black, continuando los estudios sobre los microorganismos, determinó que la caries se debía a la formación de una colonia de bacterias acidófilas adheridas al esmalte.

Más tarde, en 1899, Goadby pudo demostrar, en cortes de dientes atacados de caries, la presencia además de streptococos, estafilococos, bacilo láctico, etc., la de un microorganismo que denominó *B. necrodentalis*, identificable con el microorganismo acidófilo de Kliger (1915), o con el lactobacilo de Moro (grupo Moro-Tissier), hallado en el 96 % de las caries.

Sin embargo no siempre las placas ácidas del *B. acidófilo* son capaces de producir caries (Balyney, 1941), ni aún estando, claro es, constantemente expuestas las bocas a la acción de los hidratos de carbono procedentes de los detritus; pudiéndose añadir, además, que tanto las bocas sanas como las afectadas extensamente de caries, producían cantidades equivalentes de ácido láctico, hecho comprobado por los correspondientes cultivos.

Es decir, que cabe (!) poner en entredicho la acción cariogena del *B. acidófilo*—al menos sin considerar otros factores—, ya que su desarrollo en la bacteriología bucal no siempre lleva aparejadas las lesiones de caries en el diente.

En esta opinión coincide Lyons, y o., opinión afirmada en sus propias pruebas experimentales.

En cuanto a la bacteriología “de la carie” ofrecemos a continuación los gérmenes en ella presentes, según el estudio de Bulleid (1), agrupados de la manera siguiente:

CARIES SUPERFICIAL:

<i>Grupo ácido:</i>	{	Stafilococo aureus	
		Sarcina	{ aurantiaca
			{ alba
			{ lutea
		Streptococo salivaris	
<i>Grupo proteolítico:</i>	{	B. mesentericus	{ ruber
			{ fuscus
			{ vulgatus
		B. septus	
		B. gingivae pyogenes	
		B. fluorescens liquefaciens motilis	
		B. subtilis	

CARIES PROFUNDA:

<i>Grupo ácido:</i>	{ Streptococo salivarius	
	{ Stafilococo albus	
	{ B. necrodentalis (Goadby)	

Grupo proteolítico: (No se ha aislado ninguno).

Es decir, que en lesiones superficiales se encontrarían las bacterias que prefieren una atmósfera de oxígeno libre, mientras las aisladas en las capas profundas de las de las lesiones de caries prefieren condiciones anaerobias, siquiera sea parcialmente (Bulleid).

CORROSIÓN DEL ESMALTE

(Química)

Elementos ácidos.—Más como la acción ácida (I), por un lado, es uno de los factores presentes, las más de las veces en el proceso de caries (Gottlieb 1944), y por otro lado, los ataques bacterianos (II) a la dentina alcanzan su campo de acción por el camino de los defectos del esmalte (Pikerill, 1914; Schwarz, 1920; Gottlieb, 1921; Fish, 1931; Kronfeld, 1933; Nord, 1946), hemos de estudiar, pues, con respecto a nuestro traba-

jo de hoy, los fenómenos de corrosión del esmalte a que pudieran dar lugar.

De los ácidos más frecuentes que aparecen en la fenología bucal y que Holthoff (2) ha agrupado según el posible grado de su propia disociación iónica, nosotros los dejamos expuestos en la Tabla I, que a continuación incluimos:

T A B L A I

Constante de disociación de los ácidos más frecuentes en la fenomenología bucal

Acético	$1'86.10^{-5}$	Fosfórico (orto)...	$1'1 .10^{-2}$
Adípico	$3'9 .10^{-5}$	Láctico	$1'38.10^{-4}$
Azelaínico	$2'82.10^{-5}$	Propiónico	$1'84.10^{-5}$
Benzoico	$6'6 .10^{-5}$	Salicílico... ..	$6'9 .10^{-5}$
Bórico	$6'4 .10^{-10}$	Sebólico	$2'8 .10^{-5}$
Butírico	$1'50.10^{-5}$	Subérico	$3'07.10^{-5}$
Caprínico		Sucínico	$7'86.10^{-5}$
Caprílico	$1 .10^{-5}$	Sulfúrico... ..	$4'0 .10^{-1}$
Caprónico... ..		Tartárico... ..	$9'6 .10^{-4}$
Carbónico	$3 .10^{-7}$	Valeriánico	$1'70.10^{-5}$
Cítrico	$8'2 .10^{-4}$		

Es decir, que todos los ácidos, a excepción del ácido bórico, son más fuertes que el carbónico, y que el más débil de todos ellos es unas cien veces más fuerte que el ácido carbónico.

Esta acción erosiva, de corrosión química mejor, abre las puertas de entrada entre los prismas del esmalte para la actuación bacteriana. Acción corrosiva que se puede registrar experimentalmente por la pérdida de peso de los dientes. A este efecto, Rider (3) pudo comprobar que la pérdida de peso experimental de los dientes después de permanecer veinte días en soluciones de 1:10 de zumo de limón y naranja, eran del 20 por 100 y el 10 por 100, respectivamente.

Acción corrosiva que ha sido estudiada por el sueco Hekneby (4) para los ácidos málico, tartárico, láctico, úrico, cítri-

co, B-oxibutírico, valeriánico, butírico, acético, glicocólico y sacárico. La concentración de estos ácidos al principio de la experiencia fué de 1 por 100. Su concentración en iones fué medida por el método colorimétrico (papel de tornasol). El valor pH fué precisado en 0,1 décimas y en distintos momentos de la prueba.

Para la experiencia *in vitro* se procedió de la manera siguiente:

Fueron extraídos dientes con sus coronas sanas, completas, las cuales por medio de una piedra o disco de carborundum fueron cortadas en tres o cuatro partes, protegiéndose el esmalte de ser dañado mecánicamente. Cada una de dichas partes contenía, pues, tejido del esmalte y de la dentina, controlando debidamente de la persona de quien procedía la muestra.

Inmersas en ácido se reguló la temperatura a 37° C, siendo pesadas en intervalos y medidos sus valores pH. Estos pesos fueron obtenidos con precisión de 0.001 gramos, secándolos antes con papel de filtro y temperatura adecuada.

Después de treinta y seis días de experiencia desapareció la corrosión claramente en el diente, de acuerdo con la tabla II, que a continuación resumimos:

T A B L A I I

Acidos	Al comienzo pesos pH	Intervalos 18/11 pH	Al final 22/12 pH	Diferencias pesos pH
málico	0'223 2'5	0'205 3'0	0'127 3'7	0'096 1'2
tartárico	0'189 2'4	0'180 2'5	0'163 2'7	0'026 0'3
acético	0'164 2'7	0'155 3'7	0'117 4'1	0'047 1'4
B-oxiburítico ...	0'163 3'0	0'258 4'0	0'133 4'2	0'030 1'2
glicólico	0'272 2'5	0'252 3'3	0'165 3'9	0'107 1'4
sacárico	0'209 2'5	0'197 2'6	0'115 3'6	0'094 1'1
valeriánico ...	0'218 2'8	0'211 3'9	0'183 4'1	0'035 1'3
láctico	0'318 2'7	0'295 3'4	0'215 3'9	0'103 1'2
butírico	0'263 3'0	0'255 4'0	0'227 4'3	0'036 1'3
úrico	0'269 2'2	0'236 2'5	0'148 3'8	0'120 1'6
cítrico	0'192 2'4	0'176 3'0	0'096 3'7	0'096 1'3

Como esta acción corrosiva (de los ácidos) varía para los individuos y circunstancias, Heknebey expuso dientes a la acción de los ácidos en intervalos de una hora, durante cuarenta y cinco horas, mostrándose un aumento de la acción corrosiva (secado de las muestras y nueva inmersión), acción corrosiva mayor que cuando fueron sometidas a la acción constante del ácido. Esta circunstancia ha de atribuirse a las propiedades inherentes a la estructura del diente.

Se ha de reconocer, sin embargo, que las pruebas experimentales realizadas *in vivo* quedan enmarcadas en una serie de procesos que comprenden desde el estudio de la naturaleza de los ácidos, hasta el de la sustancia o tejidos dentales que permanecen inalterados.

Sin embargo, ciertos ácidos (tartárico) forman sobre el diente una capa protectora que impide el avance de la corrosión al formar cristales duros (como el ácido mícico), que deposita sobre el diente una capa protectora uniforme.

Los ácidos láctico y pirúvico, por el contrario, se muestran muy activos en esta corrosión.

Elementos no ácidos.—Existen también otras materias no ácidas que pueden atacar al esmalte por corrosión química, y, en efecto, Shaw (5) y Day (6) han estudiado las caries producidas por azúcares. Azúcares que ejercerían, según Gottlieb (7), una doble acción sobre la superficie del diente, impidiendo (I) la absorción del calcio—disminuyendo así su resistencia— y (II) facilitando el desarrollo de las bacterias proteolíticas, y su penetración en el diente.

Efectivamente, Volker (8) ha demostrado experimentalmente que se pudo aumentar en mil miligramos por 100 el contenido de glucosa en la saliva por la ingestión de hidratos de carbono; mientras que Stephan (9), trabajando *in vivo*, pudo apreciar que dos minutos después de haber ingerido soluciones azucaradas (por personas, al parecer susceptibles), el pH de la superficie del diente o del proceso de caries bajaron de 7 pH a pH 5, aproximadamente. PH indispensable para la decalcificación del esmalte, decalcificación facilitada por los fermentos proteolíticos.

Teoría proteolítica.—Recientemente (!) se ha iniciado una teoría en oposición (en adición, mejor se diría) a la clásica teoría de Miller. Según ella, la matriz de proteína del esmalte habría de ser destruída por la presencia de bacterias proteolíticas, de las que ya Pincus (hemos dicho) ratificó su presencia.

Al efecto, insistía Hinds (10) en 1942 que las bacterias proteolíticas podrían atacar los prismas del esmalte (de naturaleza proteica), acción que daría lugar a la conocida pigmentación amarillenta característica de este "tipo de caries" (Gottlieb) (11), que no es patentizable con los rayos X, y sí por la observación directa.

En este estado, el problema de la caries, en cuanto a considerar la dirección del primer ataque (la sustancia inorgánica u orgánica del diente; el esmalte o la dentina), aceptamos con Leimgruber (12) que el esmalte es una organización biológica extraordinaria, de modo que su destrucción por la caries no puede admitirse simplemente como una reacción química, sino que debe interpretarse como una verdadera enfermedad, aun considerándola localmente.

Pasemos, pues, al estudio de nuevos factores en el problema de la caries.

La saliva.—Se ha sugerido el que haya una relación directa entre la acción diastásica de la saliva y la caries, lo cual ha sido parcialmente confirmando por unos (Fosdick y Rapp, 1944) (13), y rotundamente negado por otros (Bunting, Becks, Bergin y Barfield) (14).

Mas si Boedecker y Lefkowitz (1946) y Bergren (1947) y o. (15) han podido *in vivo* demostrar la permeabilidad del esmalte al azul de metileno, glucosa, toxinas (mas no a bacterias), nada parece oponerse a poder considerar la existencia de un verdadero intercambio de sales entre diente y saliva.

Por otro lado, Gore (1941) apreció la relación (directamente proporcional) entre los iones de calcio y fósforo de la

(3) A la bacteriología bucal habría que añadir también (Pincus) (17) un coco gram-negativo, el *Micrococcus gazogenes*, uno de los más corrientes microorganismos de la boca. Pincus lo comprobó en la saliva incubada, a 37° C., con carne cocida, microorganismo causante de una profusa producción de gases. El micrococcus gazogenes sería otra de las bacterias capaces de organizar el ataque al esmalte sin ayuda de ácido alguno, produciendo lesiones de aspecto clínico igual a la caries.

saliva en la remineralización del esmalte. Remineralización del esmalte de la que hablaremos al tratar de los medios de reforzar la resistencia del diente a la injuria corrosiva.

Al analizar la saliva se ha pretendido atribuirle una facultad inhibidora de la caries, por su contenido en ptialina (Hawkins, 1941; Fosdick y Rapp, 1944), mientras que otros autores lo han negado (Cheyne) (16). Tampoco Bibby (1942) ha conseguido demostrar acción inhibidora alguna, toda vez que, además, no ha hallado diferencias entre las bocas sanas y las afectadas de caries.

Si el pH de la saliva puede tener una significación práctica en la patogenia de la caries dental, es curioso notar que su variabilidad llega (Grossmann y Brickman) (18), en el mismo individuo, a ser más bajo por la noche, siendo el pH más alto en los sujetos con boca sana.

Sin embargo, Fisembrandt (19) señala un pH 6,65 a las nueve de la mañana, mientras para las cinco de la tarde fuera pH 6,71.

Fosfatasa.—En cuanto a la determinación de la influencia de la fosfatas como factor en la caries, Fosdick (1938) y Shafer (20) le asignan un papel en la descomposición de los hidratos de carbono; papel de la fosfatasa defendido con entusiasmo por Lura (21) (1948), según el cual es capaz de actuar sobre el calcio-fosfato-proteína-esteres en la sustancia orgánica del esmalte.

La fosfatasa salivar, al hidrolizar los esterres fosfóricos salivares orgánicos, precipitaría en forma de cálculo el fosfato cálcico inorgánico (Adamson, 1929; Smith) (22), pudiendo cerrar los caminos de invasión abiertos, con el empleo de nitratos (Lura) y con los fluoruros.

He aquí, pues, otra de las posibles medidas profilácticas en la lucha contra la caries dental.

Etiología de la caries.—Gottlieb—trabajando ya en los Estados Unidos—ha conseguido experimentalmente (1947) (23) provocar en un diente sano lesiones que no pudieron diferenciarse de las lesiones clínicas. Estas lesiones fueron consigui-

das manteniendo el diente durante dos meses en cultivos de estafilococos piógenos (4).

CORROSION DEL ESMALTE

(Mecánica)

Respecto a las erosiones del esmalte de origen típicamente mecánico, han sido estudiadas por Frndz. Cabrera (24), y Alford y sus colaboradores (25), problema de gran interés si los productos dentífricos no han de abrir, en el esmalte, la puerta a la acción bacteriana, erosiones que estudiaremos al tratar del perborato de sosa.

C A P I T U L O I I

EL PERBORATO DE SOSA

Al referirnos al perborato de sosa, estudiaremos primero sus propiedades generales, con una parte experimental, y su acción frente al esmalte dental, así como sobre la mucosa gingival y sus efectos corrosivos. Terminaremos con un estudio diferencial respecto al perborato sódico de Foret.

Propiedades generales.—Los perboratos o sales del ácido perbórico hipotético, poseen las fórmulas constitucionales siguientes:



la primera de las cuales pertenece a los perboratos conocidos corrientemente como tales, que pueden sustituir su agua de cristalización por agua oxigenada:



De la segunda solo se conoce su sal sódica: el *perborax*, que se forma haciendo actuar el borax sobre el agua oxigenada, y contiene un 4 % de oxígeno activo.

(4) Con estos trabajos, Gottlieb ha proporcionado un método para el control de la caries, que consiste en la impregnación de la superficie o fondo lesionado, con una solución de nitrato de plata y fluoruros. La solución ofrecida por Gottlieb es incolora, es decir, no tiñe el diente.

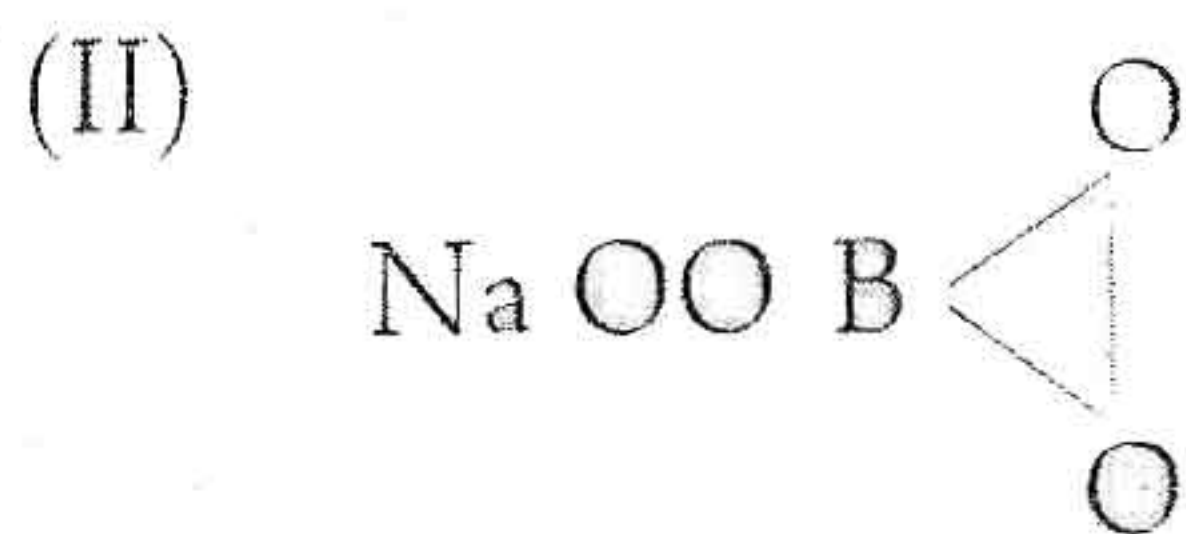
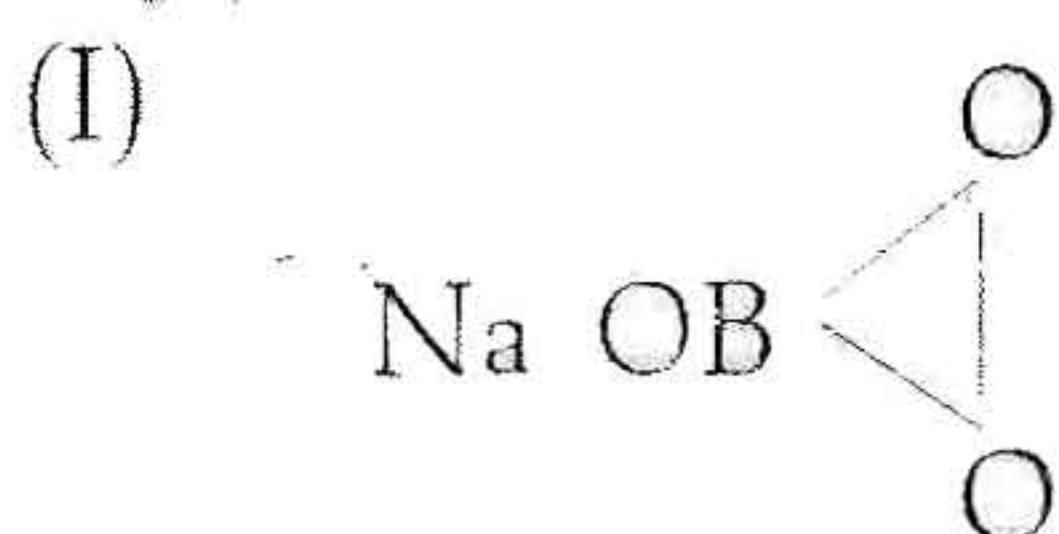
Ambos pueden considerarse derivados del ácido metabórico $B_2O_4H_2 = BO_2H$ por unión de una molécula de agua oxigenada (H_2O_2), uno de cuyos hidrógenos se halla sustituido por un metal.



es decir, que son verdaderas per-sales, como los sulfatos de Card, perantatos, percarbonatos, etc.

Perboratos	$Me'OO BO$
Perantatos	$Me'OO CO. CH_3$
Persulfatos	$Me'OO SO_3 H$

Pero los detenidos estudios de Bosshard y Zinosky (26) les atribuyen las fórmulas:



La fórmula primera (I) corresponde al perborato sódico cuya sal comercial cristaliza con cuatro moléculas de agua ($Na BO_3 \cdot 4 H_2O$), con un P. M. de 153'9, obtenido por primera vez por Tanatar (27) aunque hayan sido Melikoff y Pisarieswsky (28) quienes hayan descripto su obtención a partir del ácido bórico, sosa y agua oxigenada, siendo Burhat y Dubois (29) los que han llegado a perfeccionar el método tal y como actualmente se conoce, sustituyendo el agua oxigenada y la sosa por el peróxido de sodio.

El producto resultante es un polvo cristalino blanco de olor a ozono, y sabor característico, soluble en 40-50 veces su peso de agua, y cuyas disoluciones presentan reacción alcalina al papel de tornasol.

El perborato sódico como dentrífico.—En contacto con la humedad el perborato sódico, con los compuestos metálicos y metales libres, desprende su oxígeno, formando metaborato y agua oxigenada:



cuya descomposición es total a 40° C.

Calentado con ácido sulfúrico desprende ozono.

A estas propiedades—como es sabido—debe el perborato sódico su aplicación como dentífrico, por la acción germicida

de su oxígeno atómico sobre los microorganismos de la boca, por lo que se nos presenta este compuesto como uno de los más activos frente a los usados habitualmente en la higiene bucal, como: el o los benzoatos, cloratos, timoles, mentoles, formoles, etc.

Pero esta acción oxidante no es ejercida—como es lógico concebir—exclusivamente sobre los microorganismos de carácter patógeno, sino que se extiende por todos los ámbitos de la cavidad bucal, es decir: sobre los dientes y mucosa gingival, en donde juntamente con su acción desinfectante puede originar efectos secundarios.

Veámoslo:

Acción corrosiva del perborato sódico.—La posible acción corrosiva del perborato sódico han sido comprobada experimentalmente por nosotros, en colaboración con Fernández Cabrera, basándonos en la acción corrosiva del perborato sódico sobre el carbonato cálcico, carbonato cálcico que entra a formar parte de la estructura del esmalte, y que destruido el cual, se ofrece abierta la puerta de entrada a las bacterias acidófilas generadoras de caries.

PARTE EXPERIMENTAL

Se llevaron a cabo diversas pruebas en el medio alcalino del perborato sódico, en medio neutro y en medio ácido.

En cada caso fueron utilizados aproximadamente 0'01 mol (0'100 gr.) de carbonato cálcico purísimo, con 0'02 mol (0'200 gr.) de perborato sódico Foret, disueltos en 10 cc. de agua destilada exenta de cationes Ca^{++} . La mezcla así preparada la designaremos con la letra "A".

Otra mezcla preparada como la anterior ("A"), fué neutralizada con 0'05 moles (de 0'100 gr.) de ácido cítrico purísimo (Merck). Su pH sensiblemente igual a 7 (*Mezcla "B"*).

Una tercera mezcla fué preparada agregando a la primera ("A") 0'01 mol (aproximadamente 0'200 gr.) de ácido cítrico, quedando la masa con un $\text{pH} = 4$ (*Mezcla "C"*).

Las mezclas fueron perfectamente agitadas y las consignadas con "A" y "B" permanecieron cinco días en la estufa a 37° C. Suponiéndoles una acción más enérgica en la mezcla "C"

(a causa de la acidez) se mantuvo durante el mismo intervalo (cinco días) a la temperatura del laboratorio (15° C), casi sin oscilación.

Transcurrido el tiempo (cinco días) las muestras fueron filtradas con papel Albert, de cenizas conocidas, siendo los sólidos lavados cuidadosamente. Con los líquidos filtrados y las aguas de loción, después de acidulado con ácido acético, fueron tratados con oxalato amónico normal, en ligero exceso, después de haber sido calentados al baño maría hirviente durante una hora, con objeto de desalojar el oxígeno desprendido, y evitando así una posible alteración del reactivo.

En el primer caso se obtuvo un enturbiamiento, después de unos minutos, y en el resto franca formación de un precipitado blanco de oxalato cálcico. Lavado éste hasta la total eliminación de la acidez en las aguas de loción y después de filtrados por papel Albert, fueron desecados e incinerados, obteniéndose el carbonato cálcico (CaCO_3) no reaccionado.

T A B L A I I I

Mezclas	pH del medio	Ca CO_3 en el líquido	Ca CO_3 no reaccionado	Ca CO_3 Total
"A"	10	0'0108 gr.	0'0841 gr.	0'0949 gr.
"B"	7	0'0310	0'0648	0'0958
"C"	4	0'0403	0'0562	0'0965

Es decir, que el perborato sódico reacciona con el carbonato cálcico disolviendo notables cantidades de éste (CaCO_3), disolución que guarda una relación cuantitativa directamente proporcional a la concentración de hidrógenos o pH.

Mecanismo del fenómeno.—Este proceso se desarrolla según la ecuación siguiente:



es decir, que produce perborato cálcico ($\text{Ca(BO}_3)_2$) y carbonato disódico (Na_2CO_3), por reacción—como vemos—entre el perborato sódico y el carbonato cálcico. Pero como esta reacción se efectúa entre iones y no entre átomos (pues el CaCO_3 no es completamente insoluble y se disocia parcialmente y en

muy pequeña cantidad), motiva que en el equilibrio molecular así expresado:

$$\frac{[\text{Na}(\text{BO}_3)]^2 \cdot (\text{CaCO}_3)}{[\text{Ca}(\text{BO}_3)_2] \cdot (\text{Na}_2\text{CO}_3)} = K$$

exista un mayor número de moléculas NaBO_3 , es decir: iones $(\text{BO}_3) -$, en proporción a los $(\text{Ca}) ++$, lo que facilita el contacto entre estos iones y por consiguiente el desplazamiento de la reacción de izquierda a derecha (reacción I), manteniéndose sin embargo un equilibrio dinámico.

Este equilibrio es roto por la descomposición del perborato cálcico que se forma al choque de iones contrarios: $(\text{BO}_3) -$ y $(\text{Ca}) ++$, de donde:

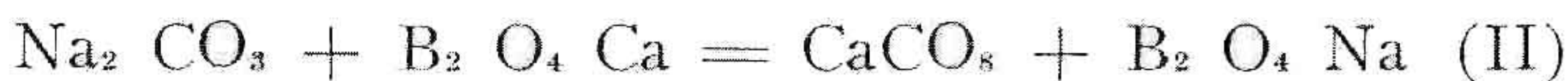


las cuales se ceden sus cargas mutuamente y pasando el perborato (perborato cálcico) formado, a metaborato cálcico, más oxígeno. Mas como quiera que este metaborato cálcico es poco soluble (0,4 %) se precipita casi totalmente.

Esto es causa de un descenso en la concentración de iones $(\text{Ca}) ++$ y como consecuencia causa también un descenso en el producto iónico de solubilidad $(0,87 \cdot 10^{-8})$ característico del carbonato cálcico, el cual tiende a conservar siempre su estado de saturación, correspondiente a una concentración del $65 \cdot 10^{-4}$ gramos por 100 de CaCO_3 .

Este proceso continuaría indefinidamente hasta la reacción total de todo el carbonato existente.

Pero existe además otro proceso que frena el desarrollo de la reacción destructiva, regenerando el CaCO_3 .



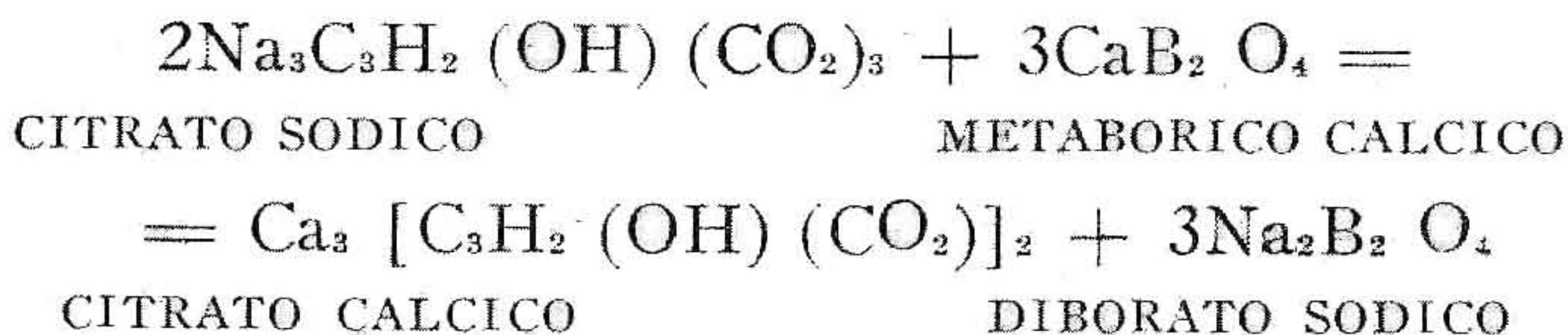
por acción entre el metaborato cálcico que se mantiene disociado con el carbono sódico, que hace que aquél los iones desaparecidos al formarse el CaCO_3 insoluble.

En resumen:

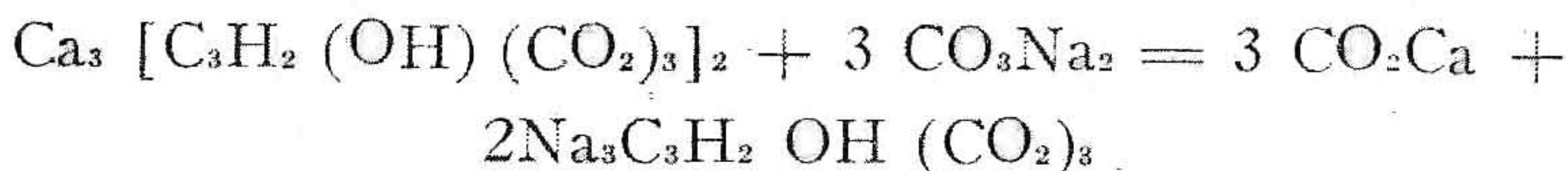
Se trata de un intercambio de iones de $(\text{Ca}) ++$ (permítansenos la expresión) entre las fases sólida y líquida.

En el caso de verificarse la reacción en medio neutralizado con un ácido, tal como el cítrico, cuya sal cálcica es más inso-

luble (solubilidad: 0'085 por 100) que la del biborato (como sabemos: 0'40 por 100), se precipita aquélla, por doble reacción con el compuesto sódico formado:



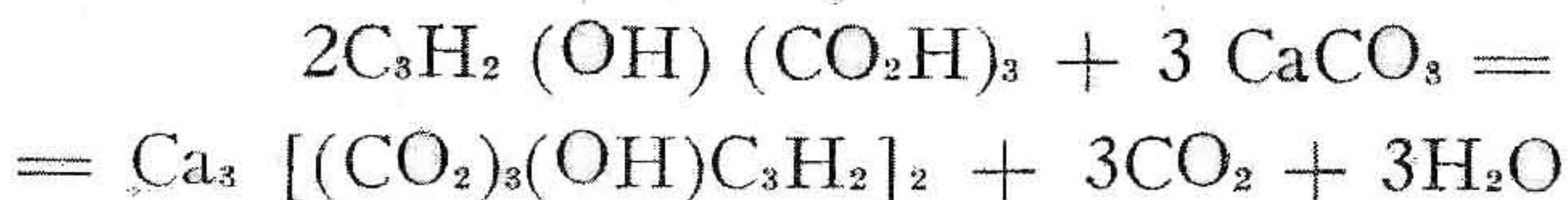
pero la propia solubilidad del citrato cálcico frente a la del carbonato origina la regeneración de la sal sódica, según la igualdad:



es decir: análoga a la (II).

La disociación del citrato cálcico, facilitada por la presencia del CO_3Na_2 , nos explica el aumento de la concentración de calcio en la solución o mezcla "B".

En cuanto a las reacciones en *medio ácido* de nuestro caso experimental, el ácido cítrico es unas tres mil veces más fuerte que el carbónico, según puede verse en la Tabla I, de Holt-hoff. Por consiguiente, el carbonato cálcico será destruído en formación de citrato tricálcico y desprendimiento de CO_2 :



ecuación que hay que agregar a las citadas en el mecanismo de reacción en la prueba "C".

Pero aún hemos de considerar otro factor de no poca importancia, que se refiere al desprendimiento de anhídrido carbónico. La presencia de este compuesto aumenta considerablemente la solubilidad del CaCO_3 para formar $(\text{HCO}_3)_2$ soluble. De esta forma:



La influencia de estas concentraciones en la solubilidad las tiene Schloessing (30) medidas en la Tabla IV que a continuación incluimos:

T A B L A I V

— Presión de CO_2						
en atmósferas ...	0,000304	0,0282	0,2538	0 5633	0,7297	0,9841
— mg. de CO_2 lit. a						
16°C	60,96	310,4	1072	18462	2276	2864
— mg. de CaCO_3 di-						
suelto	74,60	296,4	663,4	863,4	972	1088

Es decir, con una presión en CO_2 de 0'5 milésimas de atmósfera (equivalente a $66 \cdot 10^{-6}$ mm. de Hg.)² y un contenido de 6 mg. de CO_2 por 100, disuelve ya 7'5 mg. de CaCO_3 ; circunstancias estas de presión y temperatura que suelen rebasarse en cualquier reacción química.

C A P I T U L O I I I

A.—EL PERBORATO DE SOSA ANTE EL ESMALTE DENTAL

El esmalte dental no se encuentra, sin embargo, formado exclusivamente por el carbonato cálcico, sino que, además, existen proteínas y otras materias orgánicas, materias orgánicas de relleno, como el fosfato tricálcico, magnésico y los cloruros, que influyen, naturalmente, en el proceso de la reacción que acabamos de estudiar. Y esta influencia es negativa en cuanto a la resistencia química se refiere, pues por parte del fosfato magnésico, este compuesto posee una solubilidad mayor que cualquiera de las sales cálcicas insolubles que le acompañan, y, sobre todo, se deja sentir la acción del fosfato tricálcico, pues de la misma manera que al carbonato, le es facilitada su solubilidad por la presencia del ácido carbónico y materias alcalinas.

Sin embargo, posee una menor solubilidad ($25 \cdot 10^{-4}$ gramos por 100 a 15° C), siendo su ácido unas 10^5 (100.000 veces) superior en fuerza al carbónico y 10^3 (1.000 veces) respecto a la mayoría de los ácidos orgánicos, por lo que puede ser desalojado del diente, más que por los ácidos minerales no fuertes.

Es decir, que resiste la acción de todas aquellas materias ácidas que intervienen en el metabolismo y la bioquímica del diente y por la mayoría de los ácidos que intervienen o se emplean en los dentífricos.

Así, pues, si bien la particular resistencia del diente frente a los hidrogeniones le hace permanecer prácticamente inalterado en medios ácidos y por su menor solubilidad también en los neutros, la acción del carbónico en los medios ácidos y su poca resistencia en los alcalinos, hacen que su ataque sea en un todo análogo (en líneas generales) al descrito para el carbonato cálcico.

Toda esta compleja serie de fenómenos de carácter químico caracterizan y rigen la acción corrosiva del perborato alcalino sobre el esmalte dental.

Naturalmente que esta acción corrosiva debía ser estudiada con respecto a la edad del diente, cuyas experiencias en curso serán motivo de una segunda comunicación.

B.—EL PERBORATO DE SOSA ANTE LA MUCOSA GINGIVAL

Ya en 1938 Boedecker utilizó para este estudio una mezcla de perborato sódico (96'5 por 100), tamizado, con fosfato cálcico, codoreado y aromatizado, el cual foé empleado durante un minuto dos veces al día, seis meses seguidos. Boedecker determinó que este perborato aromatizado no dió lugar a injuriar la mucosa oral ni a la lengua.

En otro trabajo debido a Miller (31) fueron empleadas soluciones de 1:500 a 1:25 de perborato sódico en agua, utilizándolas como para la higiene bucal tres veces al día durante un período de varios meses, y apreciándose ligero "enrojecimiento" gingival en el 7 por 100 de los casos, e hiperqueratinización de las papilas filiformes de la lengua en el 21 por 100.

A Schroff debemos una prueba experimental (32), en la que fué empleado el perborato sódico, en proporciones diferentes, manteniéndose dichas soluciones en la boca durante treinta minutos. De esta sencilla experiencia se pudo apreciar, según el citado autor, eritema, escaras y vesículas.

La reacción que pudo originarse y que Schroff no explica, pudo ser:

vitis crónica marginal, gingivitis que había sido consecuencia de la acumulación de detritus de la boca.

Se ha sugerido que la responsabilidad de estas injurias le cupiera a la adherencia de las partículas del perborato sódico a la mucosa.

En las aplicaciones de contraste (Glickmann y Bibby) con una pasta preparada con una parte de carbonato cálcico precipitado y 4/5 partes de glucosa concentrada (jarabe), se apreció un ligero eritema generalizado, sin ulceración ni edema, que persistió hora y media después de la aplicación.

Glickmann y Bibby obtuvieron pues resultados opuestos a Schroff con sus pruebas de perboratos neutralizados, desprendiéndose de estos trabajos el interés de fijar el punto de alcalinidad de los perboratos.

El hecho de que estos cambios de la mucosa gingival producidos por el hidróxido sódico, sean parecidos a los producidos por el perborato sódico, carece para Glickmann y Bibby de significación especial alguna, siendo por lo tanto inapreciado.

Esta diferencia de resultados experimentales (5), se podría explicar por la acción (empleo o no) de los aromatizantes, pues si bien es cierto que se emplean en los dentífricos pequeñas cantidades, su insolubilidad en el agua hace que se emulsionen con ega, y retenidos en los resquicios interdento-gingivales den lugar a que su acción irritante sea más prolongada, produciendo escoriaciones que debilitan la mucosa y dejan el campo abierto a las estomatitis.

También Navarro Sala (34) llama la atención de los posibles inconvenientes de los jabones, pues si bien es cierto que éstos (lo mismo vegetales, animales o sintéticos) actuando como detergentes rebajan y rompen más fácilmente los detritus, es posible destruyan la molécula protéica de acción vacunante, disminuyendo o alterando la capacidad defensiva así como la de los elementos activos de la saliva.

Otras propiedades fisiológicas del perborato.—Acabamos de estudiar las posibles acciones perjudiciales a que puede dar lugar el perborato sódico sobre el esmalte y sobre la mucosa gingival.

(5) Véanse nuestras pruebas en el capítulo VI.

La alcalinidad del perborato sódico se encuentra en el punto crítico en que siendo suficiente para mantenerse estable, tiene la concentración necesaria para producir la neutralización de la acidez anormal y la saponificación parcial y emulsión “merced a los jabones formados) procedentes de las grasas y materias de detritus, alcalinidad que resulta inocua para el organismo.

Este punto medio de alcalinidad puede ser fácilmente observado estudiando la Tabla V—que insertamos a continuación—en donde se expone los pH determinados en las soluciones de perborato sódico en comparación con constates análogas de otras substancias alcalinas corrientes:

T A B L A V

Compuesto	Disolución	pH
Amoniaco	0'1 N.	11'3
Benzoato sódico	”	6
Bicarbonato sódico	”	8'2
Carbonato sódico	”	11'6
Hidróxido cálcico	saturada	13'5
” potásico	0'1 N.	”
” sódico	”	”
Oxido magnésico	saturada	10'5
Perborato sódico	'001 N.	9'2
” ”	0'1 N.	10'5
Tetraborato sódico	”	9'2

La alcalinidad, pues, del perborato sódico, es sensiblemente parecida a la del borax y a la del óxido magnésico.

C A P I T U L O I V

LIMPIEZA MECÁNICA

La limpieza mecánica la vamos a estudiar por su *Capacidad de pulimento*.—Hemos querido determinar la capacidad de pulimento de diversas clases de perboratos, haciendo un estudio comparativo con algunos abrasivos, para obtener valores relativos que nos sirvan de comparación.

El método seguido fué el preconizado por Rider (35), obteniendo las medidas del grado de pulimento por un sistema basado en el mismo principio que el seguido por Alford y colaboradores (36). La técnica seguida fué la siguiente:

Técnica.—Una vez pulida la superficie del diente para privarla de las materias más groseras, y abrillantarla, fué cubierta la superficie del diente con grafito, puliendo nuevamente el diente con un cepillo de cerdas fuertes con los abrasivos empleados, éstos en forma de pasta fluida, compuesta por:

- a) una parte de polvo
- b) dos de agua.

La medida de la capacidad de pulimento se llevó a cabo por la medida de la intensidad de un haz de rayos paralelos a los reflejados por la superficie del diente, utilizando un foco de potencia luminosa (10), medida con un fotómetro Agfa, de los empleados en fotografía.

Este estudio óptico se basa en la absorción del rayo reflejado al pasar por un sistema de lentes, cuya distancia entre sí puede variarse hasta conseguir que la intensidad luminosa sea igual a la de una superficie patrón.

El valor cuantitativo va marcado por el desplazamiento de uno de los sistemas de lentes respecto al otro, que se encuentra fijo y cuya distancia—medida por un nonius—es proporcional a la intensidad luminosa expresada por la superficie del diente.

PRUEBA EXPERIMENTAL

En nuestra prueba experimental fueron empleados como puntos de referencia, superficies pulimentadas con carbonato y fosfato de cal, obteniéndose los datos que figuran en la Tabla VI.

T A B L A VI

Compu esto	Valores
Carbonato cálcico	1'00
Fosfato tricálcico	2'10
Perborato sódico Foret	0'25
Perborato U. S. Ph., XI (9 por 100 de O ₂ activo)	0'23
Perborato técnico (6/7 por 100 de O ₂ activo)	0'21

En los números que expresan los valores hallados puede apreciarse que la capacidad de pulimento del perborato es muy pequeña en comparación con los abrasivos, capacidad de pulimento que guarda más bien una estrecha relación con su contenido en oxígeno activo, circunstancia a la que puede atribuirse su acción blanqueante de los perboratos.

Tamaño, dureza y forma.—También hemos querido estudiar el tamaño de las partículas que integran el perborato sódico (polvo), dada su estrecha relación con su capacidad abrasiva.

Capacidad de abrasión, que es directamente proporcional al tamaño de las partículas, así como a su dureza.

Técnica.—En una serie de cribas vibratorias hemos dispuesto un determinado peso (17 gramos) de perborato. En la Tabla V b incluimos los resultados:

T A B L A V b		
	M a l l a s	Pesadas gr.
60		0'0040
70		0'0388
80		1'6406
100		0'1430
120		1'8100
150		1'8250
11'2814 —		= 16'7328 gr.

Siendo el número de mallas por pulgada (2'54 cm.) líneal. En la criba anterior a la primera (60) pasaron los 17 gr. del perborato prueba; en la malla 60 quedaron 0'0040, y así sucesivamente hasta la última malla que dispusimos, en la que quedaron 11'2814 gr.

La limpieza de cada criba fué hecha con aire a presión. La dentina y el cemento dentario se abrasionan 25 veces más rápidamente que el esmalte (Epstein).

También las maniobras con el cepillo dental pueden coadyuvar a esta abrasión, a menos que algún cuerpo (sulfatos alcalinos) ejerza acción lubricante, o recomendemos el empleo de cepillos de cerda blanda.

Esta acción abrasiva es más fácil en las pastas y menos en los elixires. Abrasión que rara vez puede llegar a ser asiento de caries, pero sí a inconvenientes estéticos y aun fracturas, etcétera.

De los abrasivos que deben prescribirse en los dentífricos, figuran: la piedra pómez, la sílice, huesos de jibia y óxido estaño.

En una estadística de dientes abrasionados publicada por Kitchín, proporcionó las siguientes particularidades:

Abrasión de medio mm.: de veinte a veintinueve años, en un 4 por 100; de treinta a treinta y nueve, en un 14 por 100, y de cuarenta a cuarenta y nueve, en un 30 por 100; lo que vendría a confirmarnos en la idea de que también la dureza del diente contribuye a su abrasión.

C A P I T U L O V

FORMAS DE INHIBIR LA ACCION CORROSIVA

En el perborato sódico concurren, pues, las condiciones esenciales o exigibles a un dentífrico: posee un elevado poder germicida y una señalada alcalinidad (inocua, hemos dicho) capaz de proporcionarnos una limpieza similar a la de cualquiera de los mejores emulzentes y deterativos.

Es, por lo tanto, el producto que más se acerca al dentífrico ideal, ya que constituye por sí solo lo que la fórmula completa de otros (pastas, por ejemplo), con sus desinfectantes, detergentes y abrasivos.

Por estas ventajas, no creemos que existan razones para desechar de la higiene bucal el empleo del perborato sódico, aunque sí hemos de luchar por contrarrestar su acción corrosiva. En esta labor nos ayudará el conocimiento de su mecanismo, así como de los fenómenos físicoquímicos que la rigen.

Entre estos medios, los más eficaces los constituirían:

- a) El evitar la acción prolongada del producto sobre el esmalte.
- b) Aumentar la concentración del ión Ca (que también podría llevarnos "indirectamente" a la remineralización del diente).

- c) Provocar la rápida descomposición de la per-sal.
- d) Prescindir del empleo de materias ácidas.
- e) Reforzar la resistencia química del diente.

Efectuando entretanto los lavados, rápidamente se puede cumplir con la primera condición a), rapidez que puede verse favorecida con la rápida aceleración en el desprendimiento del oxígeno, puesto que es la acción del perborato que va quedando inalterado *la que origina la descomposición del calcio del esmalte*, calcio que más tarde (según hemos visto) vuelve al estado no iónico; es decir, se insolubiliza, pero fuera del diente. De esta forma, pues, provocando la rápida descomposición o desprendimiento del oxígeno, se disminuyen notablemente los riesgos del ataque, que en este caso sólo podría efectuarse por cantidades pequeñísimas del dentífrico.

Han sido ya citadas un gran número de sustancias que aceleran catalíticamente la desintegración del perborato sódico; mas prescindiendo de las de carácter metálico (manganeso, hierro y otros metales pesados), con los cuales no es posible conseguir un compuesto de conservación estable y con elevada cantidad de oxígeno activo.

Prescindiendo también de las materias ácidas (ácido cítrico, fórmico, etc)—por las razones reiteradamente expuestas en este trabajo—, sólo nos queda tomar en consideración, como acelerantes catalíticos de la desintegración del perborato sódico, a las saponinas, sangre secada, hemoglobina, la turba, etc.

Saponinas propuestas por Sarasón, la sangre seca y hemoglobina citadas por Elb; la turba, el tanino, sulfato o borato cálcico aconsejado por Erkan Elben, y el hematógeno aconsejado por Stephan (37). Fernández Cabrera (ya citado) propugna también la adición de pequeñas cantidades de saponina o tanino, sulfato o borato cálcico, teniendo en cuenta con relación a la saponina las advertencias que sobre ella se hacen.

En esta lucha contra la producción ácida (para evitar la corrosión), se ha llegado también a utilizar compuestos, como el metaphenol (Bunting, 1926), el acetato de iodo (Miller, 1938), el amonio cuaternario (Bradel y c., 1940), el parasidroximercuribenzoato al 1:5.000 (Hanke, 1940), soluciones amoníacales (Grove, 1944), etc., sin contar el fluor.

Wach y su colaboradores (1942) han utilizado también la úrea, como "buffer" para los ácidos, añadiéndole como germicida la quinina y para darle viscosidad a la solución, glicerina. El todo es un compuesto aromatizado, con un pH 6'8-7 obtenido con el hidróxido sódico. Dichos autores comprobaron en sus pruebas experimentales que en catorce días pudieron conseguir la reducción de la flora oral sin alterar la normalidad de la mucosa.

b) La concentración de iones de calcio (Ca) ++ puede aumentarse por la adición al perborato en polvo de cantidades variables de compuestos cálcicos insolubles, como el propio carbonato, fosfato tricálcico y los ya citados sulfatos y boratos cálcicos. La presencia de calcio no iónico en un medio extraño al esmalte es altamente beneficiosa para éste, puesto que la mayor división o desmenuzamiento del polvo, y, como consecuencia, el contacto más íntimo (entre esmalte y fármaco), hacen que al disociarse el metal alcalinotérreo (el calcio) sea disuelto antes que sus sales cálcicas, libres de la cutícula corneal del esmalte y del propio esmalte.

e) En cuanto al refuerzo de la resistencia química del diente, tenemos que referirnos a la fluoruroterapia, pero ello nos obliga a plantear el problema en los siguientes términos:

Fluoruroterapia.—Después que Dean (38) y sus colaboradores (1941) demostraron que el contenido de fluor en las aguas potables era causante de las deficiencias en la formación del esmalte (más de 1'2, 9 mg. por litro da lugar a los característicos defectos), el problema del fluor ha interesado al mundo entero.

La placenta es permeable al fluor, administrándosele más tarde al neófito por la leche materna. Luego sería el sistema circulatorio el que mantendría al diente su aporte (Fellenberg, Schmid-Kunz) (39), en contraposición con la escuela americana, que admite que el diente se encuentra después de su erupción ya embebido.

El contenido en fluor del diente varía según sea, afecto o resistente a la caries (Bibby, 1944), con la diferencia de valores a continuación se indican:

T A B L A V I I

	Resistentes	Afectoe
Esmalte	0'0111 mg. %	0'0069 mg. %
Dentina	0'0169	0'0158

Sin embargo, el contenido del fluor en el diente puede llegar a duplicarse.

A nosotros sólo nos interesa estudiar el mecanismo de la acción local o tópica, acción que se explica:

Primero. Por la concentración del fluor.

Segundo. Por la duración del tratamiento.

Tercero. Por las pérdidas de la acidez del líquido de ataque.

El fluor marca su acción por su apetencia por los ácidos, librando así de su ataque al esmalte. Los iones del fluor aumentarían su concentración en el punto de ataque ácido, inhibiendo el desarrollo bacteriano por alteración de la fosfatasa y otras enzimas de las bacterias orales. Ya en 1941 Volker demostró que una corta exposición del esmalte y dentina a las soluciones fluoruradas disminuían sus solubilidad a los ácidos.

Su mecanismo de acción.—Su mecanismo de acción sobre la superficie del diente, cuyo compuesto dominante del esmalte es la hidroxiapatita ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}(\text{OH})_2$), con la cual los fluoruros solubles reaccionarían para formar un fluor-apatita insoluble ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4) \text{CaF}_2$), que representaría para la superficie del diente una solubilidad menor al ataque ácido.

A esta acción se puede unir quizá un proceso de adsorción y hasta de posibles cambios “estructurales” (Phillips y Swartz, 1948) (40).

En efecto, a la solubilidad del fluoruro cálcico, la suya es la más pequeña de cuantos compuestos insolubles entran en la formación del esmalte e intervienen en las posibles reacciones con el perborato. Sus valores los dejamos incluidos en la Tabla VIII.

T A B L A V I I I

Metaborato cálcico	0'4000 gr. %
Fosfato tricálcico	0'0025 gr. %
Fosfato magnésico	0'0200 gr. %
Fluoruro cálcico	0'0015 gr. %
Citrato cálcico	0'0850 gr. %
Carbonato cálcico	0'0065 gr. %

siendo la acidez del fluoruro cálcico solo ligeramente (41) más débil que la del ácido ortofosfórico. De aquí, que sea difícilmente atacado por todo ácido que no sea el sulfúrico, a la vez que su escasa solubilidad, o lo que es igual, su pequeño producto de solubilidad, haga que el equilibrio iónico sea satisfecho con pequeñísimas concentraciones de iones (Ca) — —, lo que nos explicaría su papel protector respecto a la corrosión de los otros componentes y su fijación rápida en el esmalte, al mismo tiempo que su resistencia a la solubilización por las sales alcalinas del ácido perbórico.

Ya Clegg (1945) probó experimentalmente que, añadiendo NaF al ácido láctico reducía la solubilidad del fosfato cálcico (pulverizado de esmalte dental a los ácidos. Propiedad que también disponen el oxalato sódico.

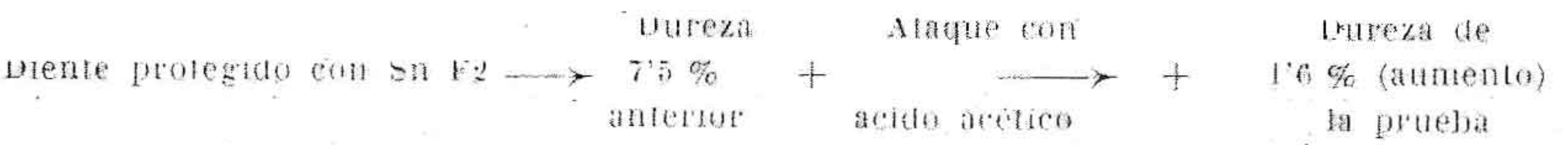
Acidez que se aumenta más rápidamente por la acción de los streptococos que por la de los bactobacilos.

Phillips y Swartz (40) han probado experimentalmente el efecto de la fluorización del esmalte medido por la de su dureza. Al efecto fueron preparados 32 dintes humanos, cada uno de ellos fué inmerso durante 5' en 10 cc. de una solución al 1:500 de fluoruro sódico, con un pH 4 obtenido con ácido acético. Retirados y lavados los dientes, fueron sometidos a las pruebas de dureza, obteniéndose un aumento de dureza (5'1 por 100) claro y terminante.

Diente sin proteger + Ataque con ácido acético

—————>

Disminución de la Dureza 17,6 %



Otros 30 dientes fueron preparados de igual manera y sometidos durante otros 5' a una solución al 1:500 de fluoruro de estaño, con un pH 4, obteniéndose en la medida de la dureza del esmalte valores (7'1 por 100) que representaban un mayor aumento de la resistencia del esmalte de la hasta ahora conseguida.

De las experiencias de los citados autores sacamos el cuadro que a continuación transcribimos:

T A B L A . I X

Compuesto	Sin protección	Protegido	Diferencia
Sn F ₂	— 17'6	— 1'6	19'2
Pb F ₂	— 17'1	— 1'7	15'4
UO ₂ (NO ₃) ₂	— 17'6	— 5'5	12'1
Na F	— 17'6	— 9'7	7'9

Es decir, queda patente la protección fluorurada de los dientes por los compuestos que se indican, según los valores marcados en sus diferencias (Phillips y Swartz).

Ya Muhler y Van Huysen (1947) habían llegado a la misma conclusión después de estudiar otros fluoruros, como el de cinc, cobre, nitrato de plomo y plata, acetato de sodio, etc., que proporcionaron valores menos efectivos.

En estas experiencias ha de ponderarse también el factor tiempo (segundo), efectos que se traducen en aumento de la dureza (Phillips y Swartz), reacción que fué establecida:

T A B L A X

Tiempos		Aumentos por 100
Minutos	5	3'6
	10'	5'2
	15'	6'1
	20'	7'8
	25'	11'7
	30'	12'3
	35'	12'1

También Bibby (1947) ha hecho un estudio comparativo de los distintos fluoruros, de estroncio, plomo, bario y calcio, que ha expuesto de la manera siguiente:

a) *fluoruro de plomo*.—El fluoruro de plomo a la concentración de 0,006%, en razón de su pequeña solubilidad, disminuye la solubilidad del esmalte en un 85%. Los iones fosfato puestos en libertad, reaccionan con el plomo para formar un fosfato de plomo insoluble.

b) *fluoruro de estroncio*.—El fluoruro de estroncio, que reduce esta solubilidad del esmalte el 50%.

c) *fluoruro de calcio*.—El fluoruro de calcio que sólo la reduce en un 15%. Fluoruro de calcio que como ligeramente soluble en la saliva, da lugar a que el diente pueda perder a los cuatro días, la mitad del flúor procedente de un pasta dentrífica al 75 % de concentración fluorurada (Na F). (Lukomsky).

En resumen se puede afirmar que en solución diluída la fijación de los iones flúor por los tejidos del diente comienza por la adsorción, que es casi instantánea (Kovalie y Held, 1974).

La formación del fluoruro de calcio se vería favorecida por una acidez suficiente para atacar la hidroxiapatita, o por la presencia de una concentración fuerte de NaF de la que los iones Na podrían formar con los fosfatos (PO_4'''), sales muy solubles.

Tampoco deja de jugar su papel el método de aplicación, que para un mismo compuesto fué:

T A B L A X I

Métodos	Valores en 100
Pulverizaciones	— 2'1
Lavados (enjuagues)	— 3'6
Cepillado	— 9'2

La saliva mostró un efecto como diluidor de la concentración fluorurada, de forma que puede aconsejarse un previo enjuagatorio con agua fría para disminuir su presencia en el momento de la aplicación.

Esta acción de los compuestos fluorurados, coincidimos con Bibby (1947) en que hay que referirla a la edad del diente. El diente joven ha de ofrecer una reacción más fuerte, deduciendo de ello que (pese a la experiencia de Phillips y Swartz) el "protector" ha de ser otro en los dentífricos destinados a los jóvenes o debe ser su proporción distinta.

El peligro que, de una sobredosificación se desprende, se habría de traducir clínicamente por un blanqueamiento lechoso del esmalte del diente joven (personas de menos de veinticinco años).

Mas la eficacia del tratamiento fluorurado ha de ser la continuidad.

Shaner y Smith (1945) han estudiado la acción que en los dentífricos podría representar la adición de algún compuesto fluorurado, y refiriéndose al NaF consiguieron, con una solución al 0'5 por 100, disminuir la sensibilidad en los cuellos dentarios en 10 personas, de las 32 en que se componía la prueba, y consiguiendo en otras una disminución en la flora microbiana (lactobacilos).

Bibby (1945) utilizó este mismo compuesto fluorurado en pastas de dentífricos, en proporciones de 0'01 por 100 a 11 por 100 (0'1 por 100), durante dos años, sin poder sacar conclusiones terminantes. Tampoco McCauley y Dale, con el mismo fluoruro (NaF) fueron más afortunados, después de utilizar la pasta durante un año en proporción de 0'1 por 100, y solamente atribuyéndole una posible acción inhibidora de la caries.

Esta continuidad en el tratamiento, en sí necesaria, no está exenta del peligro de la sobredosificación, como ya Boedecker lo demostró. Por ella, la neoformación dentinaria podría llegar paulatinamente a tal reducción de la cámara pulpar del diente, que si la sobredosificación es exagerada (por ejemplo, experimentalmente) podría, en veinticuatro horas, llegar a producir abscesos, y en pocos días necrosis.

Armstrong y Sognaes (1941) (42) propugnaron un método de tratamiento exento de peligros de dosificación por aplicaciones tópicas de siete a ocho minutos con soluciones de NaF al 1:1000 tres veces al año, pudiendo proporcionar este tratamiento la deseada acción inhibidora a la caries.

El seminario de Michigán (Estados Unidos) (1947) preconiza el empleo de soluciones al 2 por 100, de NaF, y 0,5 por 100, de K CNS (sulfocianuro potásico), en sesiones de 3', cuatro tratamientos, con efectos marcados para tres años.

Por incorporación, pues, al perborato en polvo de cantidades entre el 1 y 0'1 *por 100 de fluoruro sódico cristalizado*, podemos pensar en realizar una protección o remineralización efectiva del esmalte, bien entedido que a esta conclusión nos lleva nuestro criterio, ponderando lo mismo las experiencias de Phillips y Swartz, que prefieren el fluoruro de estaño que la determinación de A. D. R., que sólo reconoce al procedimiento un período todavía experimental como enjuagatorio.

Tales son, pues, los remedios que, solos o de manera múltiple, pueden ser aplicados a adicionados, con éxito, a nuestro juicio, al perborato sódico en sus aplicaciones profilácticas, o como dentífrico para la higiene cotidiana de la boca.

C A P I T U L O V I

ESTUDIO DEL PERBORATO SODICO DE FORET

El estudio analítico del perborato sódico Foret nos ha revelado su inmejorable calidad desde el punto de vista químico. Su capacidad de blanqueado ha sido puesta ya en evidencia como superior a otros perboratos estudiados.

De su estabilidad nos da idea las determinaciones que del oxígeno activo se han hecho (Fernández Cabrera), determinaciones efectuadas por el método permanganimétrico, de la Far-

macopea Española (VIII, 1930), y de la U. S. Pharmacopeia (X 9), que arrojaron un contenido útil de O_2 del 10'21 por 100, y aun después de largo tiempo de haber salido la muestra—que sirvió para el ensayo—de los laboratorios productores.

Su alcalinidad está regulada por el número de cm. cúbico de $ClH\ H/2$ necesarios para neutralizar 1 gramo de la prueba o problema (ensayo U. S. Ph., XI):

Prescripción U. S. Ph., XI 13 cc.

Hallado en el perborato sódico Foret ... 13,8 cc.

Carece en absoluto de álcali en exceso, así como de peróxido de sodio y borato sódico, ni tampoco de metales pesados, siguiendo así las prescripciones de la Farmacopea Española, VIII; U. S. Ph., XI, y de la D. A. B., 6 (alemana), por ser las más importantes.

En su contenido en oxígeno sigue lo dispuesto por la D. A. B. (6 suplemento) la más exigente farmacopea del mundo en lo relativo a este producto.

Respecto a la composición del perborato sódico Foret comparada con la de la farmacopea alemana, tenemos:

T A B L A X I I

C o m p o s i c i ó n	Perborato sódico: $NaBC_3$	
	de Foret	D. A. B. 6
Na BO_3	52'1	53'17
Na $BO_3 \cdot 4\ H_2O$	93'7	93'90
$BO_3\ H_3$	40'9	40'17
Na	15'2	14'94
O_2	10'2	10'40

PRUEBA EXPERIMENTAL

La experiencia de Schroff (32) y las de Glickamnn y Biby (33) nos indujeron a repetir la prueba de aquél, ya que nuestra experiencia clínica se encontraba en franca oposición a la de los citados autores. Es más, asimismo la exposición de Miller (31) la interpretábamos como desorbitada.

Procedimos, pues, como lo hizo Schroff, depositando en una parte del vestíbulo inferior, perborato sódico Foret, manteniéndose en la boca durante treinta minutos (30'). Esta sencilla experiencia fué repetida periódicamente (tres veces al día) durante una semana, sin que pudiera apreciarse nada anormal.

Por consiguiente, el perborato sódico Foret puede considerarse como incluído en las características de la farmacopea y casi superior a la alemana, pues teniendo prácticamente el mismo oxígeno naciente, es menor su proporción de ácido bórico y mayor ligeramente su contenido en sodio.

Es, pues, según se desprende de este estudio, el perborato sódico Foret un producto purísimo de la misma riqueza en oxígeno.

N. DEL A.—Agradecemos al señor J. J. Miraved, ing., del Laboratorio de Metalurgia (F. I. E.), la colaboración que nos ha prestado.

Asimismo al señor C. Fernández Cabrera le agradecemos sus valiosísimas informaciones. Ambas nos han servido para la redacción de este trabajo.

CONCLUSIONES

Primero. Creemos que no existe el dentífrico ideal.

Segundo. Podemos seguir considerando al perborato de sosa como uno de los mejores medios para la higiene bucal.

Tercero. El perborato de sosa no debe utilizarse como dentífrico, en estado de sustancia química pura, en razón de la acción corrosiva estudiada.

Cuarto. La acción corrosiva se contrarresta por cualquiera de las siguientes formas, bien aisladas o conjuntamente:

a) Por la adición de compuesto de cal, directamente en el producto o en el momento de su empleo.

b) Por el empleo de acelerantes catalíticos que fuercen la desintegración del perborato residual: saponinas, taninos, borato y sulfato cálcico.

c) Por la adición de fluoruro sódico, que remineralizaría el diente.

Quinto. La adición de fluoruro representaría un valor como inhibidor de la caries.

Sexto. En cuanto al tiempo de su empleo cotidiano consideramos útil el habitual, y su forma: el cepillado (aconseján-

dose enjuagatorios después con agua), consejo que se fundamenta en la satisfacción de las condiciones anteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Bulleid, A.: *Bact. f. dent. std.* (London, 1938).
- (2) Holhoff per L. Blas: *Agd. dl. gumco.* (Madrid, 1942).
- (3) Rider, T. H.: *Amer. Perf.*, 51, 33-37 (1948).
- (4) Hekneby, M.: *Untrschng. ueb. Krrsn.*, etc., "R. M. Sss. O.", 53 (1947).
- (5) Shaw y colb.: "Journ. of Nutr.", 332 (1944).
- (6) Day: "Brit. Dent. J.", 76, 415 (1944).
- (7) Gottlieb, B.: "Jour. Dent. Resrch.", 141 (1944).
- (8) Volker, J. F.: "J. of Am. Dent. Ass.", 36, 23 (1948).
- (9) Stephan: "Ap. Ztg.", 27, 736.
- (10) Hinde: "Jorun. Dent. Resrch.", 24, 157 (1942).
- (11) Gottlieb, B.: "J. Am. Coll. Dents.", 12, 73 (1945).
- (12) Leimgruber, C.: "Schw. Mont. f. Zahnk.", 983, 56 (1946).
- (13) Fosdick y Rapp: "J. Dent. Resrch.", 23, 85 (1944).
- (14) Bergein y Barnfield: "J. Dent. Resrch.", 24, 141 (1945).
- (15) Bergren y o.: (II) "J. Dent. Resrch.", 16, 463 (1937).
- (16) Chayne, V. D.: "J. of Am. Dent. Ass." (II), 80 (1941).
- (17) Pincus, P.: "Brit. Dent. J.", 9, 231 (1944).
- (18) Grossmann y Brickman, B. M.: "J. Dent. Resrch.", 16, 409 (1937).
- (19) Eisenbrandt, L. L.: "J. of Dent. Rsch.", 363 (1944).
- (20) Shafer, Z. M.: "Northwehn. Univ. Dent. Rs.-Grd. Qar. B.", 26 (1937).
- (21) Lura Eggers: "Rev. di Odont. Ortgn.", per ODONTOIATRÍA (1948).
- (22) Adamson: "Autrl. J. of Exp. Biol. Med. Sc.", 6, 215 (1929).
- (23) Gottlieb, B.: *Dent. cars.*, "Phila" (1947).
- (24) Fernández Cabrera, C.: ODONTOIATRÍA, IV, 263 (1947).
- (25) Alford y clb.: per ODONTOIATRÍA, V, 299 (1948).
- (26) Broschard y Zwicky: "Zt. angew. Chm.", 25, 993 (1912).
- (27) Tanatar: "Zt. Phys. Chm.", 26, 133.
- (28) Melikoff y Pisarienwsky: "Ber", 31, 678 (1898).
- (29) Bruhat y Dubois: "C. R. Acadm. Sc.", 140, 506 (1905).
- (30) Schoelessing: "C. R. Acadm. Sc.", 94, 1.552 (1872).
- (31) Miller, S. C.: "J. of Am. Dent. Ass.", 25, 1.957 (1938).
- (32) Schroff, J.: "Dent. It. of Int.", 60, 203 (1938).
- (33) Glickmann y Bibby: "J. of Am. Dent. Ass.", 31, 1.201 (1944).
- (34) Navarro Sala, P.: ODONTOIATRÍA, III, 275 (1946).
- (35) Rider, T. H.: "Amer. Perf.", 41 (1946).
- (36) Alford, Hinkel y o.: "J. of Am. Dent. Ass.", 36, 270 (1948).
- (37) Stephan: "Ap. Ztg.", 27, 736.
- (38) Dean y o.: "Pub. Hlth. Rep.", 57 1.155 (1942).
- (39) Fellenberg y o.: Cong. Sss. (1947).
- (40) Phillips y Swartz: "J. of Am. Dent. Ass.", 37, 1 (1948).
- (41) Ostwald, W.: "Zt. Prakt. Chm.", (I), 22, 303 (1885).
- (42) Armstrong y Sognaes: "J. of Am. Dent. Ass.", 28 (1941).