

Acción química de bebidas comerciales sobre el esmalte dental. Análisis al EDAX y Microdureza.

Chemical action of commercial beverages on dental enamel.
EDAX and Microhardness analysis.



RESUMEN

Asignatura Histología y Embriología
Facultad de Odontología - UNLP
Calle 50 e/ Av. 1 y 115 La Plata (1900).
Bs. As. Argentina
histofolp@gmail.com
Director: Prof. Dr. Gabriel Eduardo Lazo
Financiamiento: Universidad Nacional de La Plata

En la línea de investigación que el equipo está desarrollando, relacionada con el efecto de las bebidas sin alcohol sobre la microestructura del esmalte, resulta de interés profundizar el conocimiento sobre sus aspectos morfológicos, mecánicos y químicos en virtud de su importancia en la práctica odontológica, explorando su comportamiento en relación a los procesos de desmineralización y remineralización. Un aspecto novedoso de la investigación es considerar la compleja organización microestructural del esmalte, debido al curso cambiante de los prismas. Cuando los prismas se disponen paralelos unos con otros, como sucede en la zona más externa del espesor del esmalte, se constituye el esmalte radial; en cambio, cuando los prismas se entrecruzan en haces en forma ordenada se denomina esmalte con bandas de Hunter Schreger. También el entrecruzamiento puede ser irregular y formarse el esmalte nudoso. El esmalte que carece de prismas se denomina esmalte aprismático.

PALABRAS CLAVE: BEBIDA COLA - COMPOSICIÓN QUÍMICA - ESMALTE - CICLADO

Autores: Lazo, G; Belloni, F; Abal, A; Merlo, D; Tanevitch, A; Pérez, P; Dorati, P; Ingeniero, MJ; Papisodaro, J; Guzman, MP; Ogas, C; Barcelo, A; Barrasa, E; Felipe, P; Motta, M; Saldías, A; Gómez Bravo, F; Procopio Rodríguez, M; De Landaburu, R; Pérez, D; Lazo, B; Loza, L; Demaria, V.

SUMMARY

In the line of research that the team is developing, related to the effect of non-alcoholic beverages on the microstructure of the enamel, it is of interest to deepen the knowledge of its morphological, mechanical and chemical aspects by virtue of its importance in dental practice, exploring their behavior in relation to the demineralization and remineralization processes. A novel aspect of the research is to consider the complex microstructural organization of the enamel, due to the changing course of the prisms. When the prisms are arranged parallel to each other, as occurs in the outermost zone of the enamel thickness, radial enamel is formed; instead, when the prisms intersect in bundles in an orderly manner, it is called Hunter Schreger banded enamel. Also the crisscross can be irregular and form the knotty enamel. Enamel that lacks prisms is called aprismatic enamel.

KEYWORD: COLA DRINK - CHEMICAL COMPOSITION - ENAMEL - CYCLED

INTRODUCCIÓN

El consumo de distintas bebidas comerciales sin alcohol forma parte de los hábitos dietéticos de la población y distintos estudios han demostrado su efecto erosivo sobre la estructura dentaria^(1,2). Yin-Lin et al El potencial erosivo de agentes erosivos como bebidas ácidas o alimentos depende de factores químicos, como el pH, acidez titulable, contenido mineral, la permanencia sobre la superficie del diente y sus propiedades quelantes de calcio^(3,4). El esmalte radial, por su disposición externa, es el más expuesto a la acción de los agentes desmineralizantes, no obstante, la pérdida de sustancia en cúspides o bordes incisales por desgaste puede exponer a las bandas de Hunter Schreger al medio bucal y la respuesta ante la acción de los agentes erosivos puede ser diferente. El propósito de este trabajo fue comparar las variaciones morfológicas y químicas de la microestructura del esmalte por acción de un agua natural saborizada mediante dos regímenes de inmersión. El contenido mineral del esmalte dental le confiere propiedades mecánicas, aunque lo hace susceptible a la desmineralización ante agentes ácidos. No obstante, la vasta información sobre la acción de distintas bebidas sobre el esmalte dental, no existen suficientes estudios que describan las variaciones en la microestructura del esmalte dental según su organización en la zona externa e interna. Existe un notable interés en el campo odontológico sobre el efecto que producen los medios ácidos contenidos en las bebidas comerciales sin alcohol sobre el esmalte dental debido a la capacidad de producir lesiones de caries o de erosión El consumo de distintas bebidas comerciales sin alcohol

forma parte de los hábitos dietéticos de la población y distintos estudios han demostrado su efecto erosivo sobre la estructura dentaria^(1,2). Yin-Lin et al⁽³⁾ evaluaron el potencial erosivo de distintas bebidas gaseosas encontrando que los valores de pH estaban por debajo del pH crítico de la hidroxiapatita del esmalte. Se conoce, mediante la observación en microscopía electrónica, que la exposición del esmalte a soluciones ácidas produce un patrón de grabado en forma de panal de abeja, donde está más afectado el corazón del prisma (zona central) que su periferia debido a la pérdida selectiva de mineral⁽⁵⁾. En la dentición permanente, el tejido adamantino presenta una organización definida de los prismas según la zona considerada. En los 2/3 más Internos del espesor, los prismas exhiben entrecruzamientos, dando origen a las bandas de Hunter-Schreger, mientras que, en el tercio externo de su espesor, los prismas se disponen paralelos unos a otros, conformando el esmalte radial⁽⁶⁾. Además, cada zona presenta un comportamiento biomecánico definido⁽⁷⁾ y variaciones en la composición química elemental⁽⁸⁾. La capa superficial de esmalte radial, ante las agresiones químicas y mecánicas del medio bucal, responde con pérdida de sustancia. Si por acción de las fuerzas tensionales, el esmalte radial se desgasta, queda expuesto el esmalte con bandas de Hunter-Schreger. No existe suficiente información sobre la respuesta del esmalte con bandas ante los fenómenos de desmineralización producidos por bebidas comerciales de consumo frecuente. Por ello nuestro propósito fue caracterizar la microestructura del esmalte radial y con bandas, después de la acción de un agua natural saborizada en una primera etapa realizando ciclado a 10 muestras realizadas con un protocolo de trabajo específico, posteriormente en una segunda etapa en otras 10 muestras, el ciclado e inmersión de la bebida Coca Cola, analizando datos morfológicos cuantitativos de observación al M.E.B. y nanodureza a nivel superficial y amelo-dentinario. Los objetivos fueron: describir las variaciones morfológicas de los prismas en sección transversal y longitudinal del esmalte desmineralizado al MEB; analizar la composición química elemental del esmalte radial y con bandas de Hunter-Schreger desmineralizado mediante Espectrometría de Energía Dispersiva (EDS) y determinar las variaciones de la dureza superficial del esmalte radial y con bandas de Hunter-Schreger desmineralizado mediante ensayos de nanodureza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo está planteado en dos partes, la primera PARTE está compuesta por información obtenida del Edax y microdureza de 10 muestras tratadas con agua levite naranja durante 12 minutos de forma estática sin intervención de saliva artificial, la segunda etapa de esta primera parte está sujeto al ciclado de todas las muestras durante 14 días en agua levite naranja con saliva artificial. La segunda PARTE, está realizada con la misma metodología que la anterior, pero con la bebida gaseosa Coca Cola, otras 10 muestras nuevas son sumergidas durante doce minutos y luego se realiza el ciclado de las misma durante 14 días como en la primera etapa. De esta manera se pretende comparar el Edax con 12 minutos en Levite con el Edax ciclado 14 días en saliva artificial. Luego se comparan las muestras sanas iniciales con el ciclado del agua Levite.

Primera Etapa de la 1º Parte

Se utilizaron secciones longitudinales de coronas dentales humanas obtenidas del archivo de la Asignatura Histología y Embriología de la Facultad de Odontología (UNLP) Después se incluyeron en resina acrílica y se desgastaron en un plano. Se pulieron con lijas al agua de granulación progresiva (grano 600,1200,1500 y 2000) sucesivamente y finalmente con paño e instrumental rotatorio para alto brillo. Se lavaron con alcohol, luego ultrasonido 5 minutos y se secaron. Para el tratamiento se utilizaron 100 ml de un agua saborizada de naranja comercialmente disponible. Las muestras se sumergieron duran-

te 12 minutos, se retiraron y se lavaron con agua. Las soluciones azucaradas se renovaron cada 5 días. Luego fueron metalizadas con oro para la observación y análisis químico mediante un ESEM FEI QUANTA 200 con sonda EDS perteneciente al Servicio de de Microscopía Electrónica y Microanálisis del Laboratorio de Investigaciones en Metalurgia Física (SeMFI-LIMF. FI- UNLP). Las condiciones de trabajo fueron alto vacío a 20 kV en un área de 100 p2. Para la descripción morfológica del esmalte por la acción de la bebida se consideraron los patrones de grabado ácido (10). Para el análisis químico elemental se consideraron los siguientes elementos: calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), magnesio (Mg), cloro (Cl) y la relación Ca/P. Se realizaron registros en el esmalte radial y con bandas de Hunter-Schreger antes y después de la acción de la bebida. Se realizaron ensayos de nanodureza con un equipo TRIBOINDENTER HYSITRON con indentador Berkovich perteneciente al Laboratorio de Superficies del INTEMA-CONICET (Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Mar del Plata). La función de carga es un trapecioide básico de 4pN de carga máxima, holdingtime de 2 seg, con tasas de carga y descarga de 800 pN/seg. Por cada posición/zona de ensayo, se aplicó una grilla de 4x4 indentaciones separadas 25um. Los resultados de H (dureza), Er (módulo reducido) y he (profundidad de contacto) se obtuvieron por la metodología Oliver-Phar (11). El porcentaje de reducción de la dureza después del tratamiento se obtuvo mediante la fórmula: $AH = Hi - Hf \times 100 / Hi$ Donde: Hi: es dureza inicial; Hf: dureza final. Se utilizó el test ANOVA con comparaciones múltiples de Bonferroni. El error aceptado fue de 0,05.

Segunda etapa de la 1º parte

Se prepararon muestras de esmalte mediante la inclusión en resina acrílica de secciones longitudinales de coronas dentarias humanas. Se consideraron dos regímenes de exposición de las muestras a un agua natural sabor naranja.

Un grupo de muestras (n=8) fue destinada a la inmersión en el agua durante 12 minutos.

Posteriormente, se realizó el metalizado con oro para la observación y el análisis químico mediante un ESEM FEI QUANTA 200 (SeMFI-LIMF. FI- UNLP).

Las condiciones trabajo fueron alto vacío a 20 kV en un área de 100 μ 2. Se consideró la zona externa (esmalte radial) y la interna (esmalte con Bandas). Se realizaron registros antes de la exposición del esmalte sano.

En otras muestras (n=8) se realizó un régimen de inmersión por ciclos entre la bebida y la saliva artificial, durante 5 minutos, 4 veces por día durante 14 días. Se utilizó una fórmula magistral de saliva artificial con la siguiente composición: Cloruro de potasio 0,06 - Fosfato de potasio 0,17 g - Cloruro de sodio 0,2 g - Cloruro de calcio 0,148 g - Cloruro de magnesio 0,025 g - CMC 5 g - Sorbitol 15 g - Agua csp. 500 cc.

Se obtuvieron imágenes del ESEM y se analizó la composición elemental con espectrometría de energía dispersiva antes y después de la acción de la bebida.

2º Parte: Ciclado de muestras en Coca Cola

Se utilizaron 10 muestras de la porción coronaria de piezas dentarias incluidas en resina acrílica y pulidas con lijas de diferentes granulometrías. Se realizó el lavado de las muestras con alcohol, luego se lavaron las muestras con agua destilada en ultrasonido en dos ciclos de 5 min cada uno, para eliminar los residuos que pudieran haber quedado del pulido. Para el tratamiento de la superficie del esmalte dental se utilizó gaseosa coca cola y saliva artificial.

El régimen de ciclado consistía en inversiones de 3 minutos por 4 veces al día con intervalos de 10 minutos en saliva artificial entre inversiones. Los fragmentos fueron sumergidos, durante 3 minutos, de a dos en recipientes que contenían la misma cantidad de bebida coca cola, estos fueron apoyados en el fondo con la superficie a tratar en contacto con la bebida, controlando que no floten y que las

muestras no se toquen la una con la otra, luego se las retiro y se las paso a otro recipiente limpio que contenía saliva artificial, se las coloco de manera tal que cada muestra quedaba apoyada con la superficie libre hacia arriba y cubierta completamente por saliva.

Se los dejo inmersas por un tiempo de 10 minutos y se repetió la inmersión. Siempre se usó la misma saliva. Cuando se lo retiro de la última inversión en gaseosa se lo enjuago con un chorro de agua corriente por 1 segundo, se lo coloco en un recipiente con saliva artificial renovada y se lo dejo hasta el día siguiente.

El ciclado se hizo siempre en el mismo momento del día, por la noche, y durante 14 días. Cumplido este periodo, se lo retiro de la saliva artificial, se lo enjuago con agua corriente por 1 segundo, se lo seco con secador y se lo guardo bien tapado para evitar contaminaciones. De esta forma se los llevó al MEB, donde las metalizaron, se obtuvieron imágenes y se indicó la toma de Edax de las caras vestibulares y palatinas en la parte media de la corona, en la zona externa, en la unión con la resina (unos 20 micrones hacia adentro) y en la zona interna, unos micrones más adentro del límite amelodentinario (LAD). Se analizaron posteriormente los elementos calcio, fosforo, cloro, sodio, magnesio. Los resultados fueron tabulados y comparados con los resultados obtenidos de las mismas muestras antes del ciclado (tejido sano).

Se realizó una tabla Excel para la tabulación de todos los datos obtenidos determinando los resultados estadísticos que se detallan:

MUESTRAS SANAS Y CICLADAS CON COCA PROMEDIOS									
	Ca	P	Na	Mg	Cl	Au	O	C	Ca/P
Externo Sano	31,81	16,16	0,40	0,06	0,44	12,56	19,96	3,64	1,67
Interno Sano	31,15	15,86	0,58	0,19	0,14	12,75	20,52	3,79	1,67
Externo Ciclado	22,95	11,64	0,27	0,01	0,40	13,31	14,98	16,39	1,58
Interno Ciclado	22,86	11,55	0,33	0,01	0,13	13,63	15,43	16,07	1,58

DUREZA SUPERFICIAL 2ª ETAPA - COLA

Se solicitó ensayos de nano indentación en dientes humanos. Las muestras a ensayar se denominan: M1, M2, M7, MA, MB. Las muestras MA y MB se denominaron así debido a que no estaban identificadas como el resto. El cliente solicitó ensayar por cada muestra, 2 zonas exteriores y 2 zonas interiores. Estas zonas se denominan INT1, EXT1, (la zona derecha de la pieza dentaria) e INT2, EXT2 (la zona izquierda). Se utilizó un indentador Berkovich.

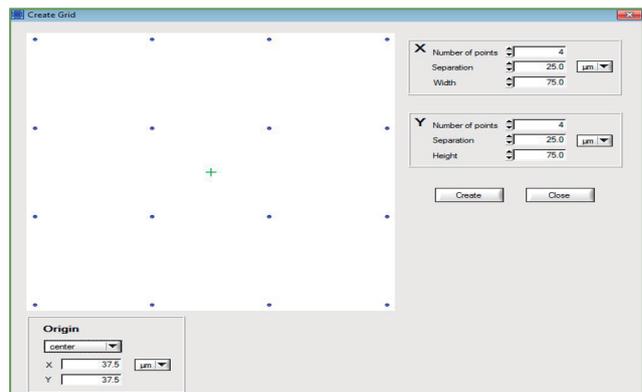
La función de carga es un trapezoide básico de 4mN de carga máxima, holding time de 2 seg, con tasas de carga y descarga de 800uN/seg. Por cada posición/zona de ensayo, se aplicó una grilla de 4x4 indentaciones separadas 25um.

Los resultados de H(dureza), Er(módulo reducido) y hc (profundidad de contacto) se obtuvieron por la metodología Oliver-Phar.

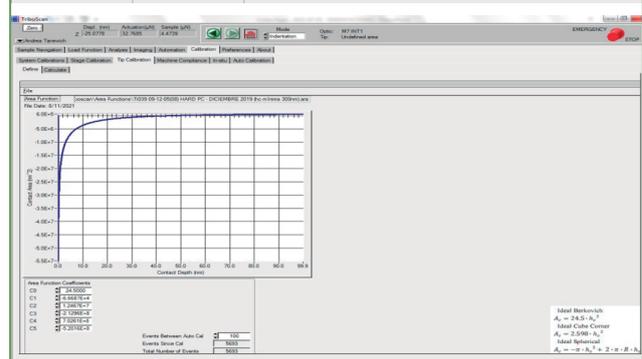
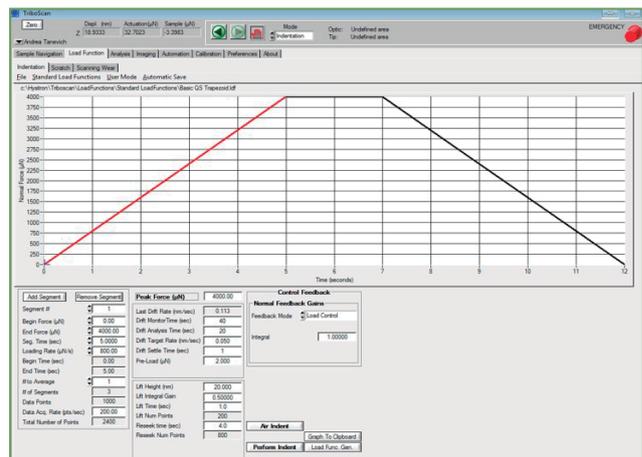
W. C. Oliver; G. M. Pharr. "An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments". J. Mater. Res., Vol. 7, No. 6, June 1992.

Los ensayos se realizan según lo dispuesto en la norma ISO 14577-1 test method. La totalidad de las muestras fueron analizadas con la calibración del área del indentador adecuada en función de la profundidad de contacto obtenida. Equipo utilizado Triboindenter Hysitron (www.hysitron.com). Capacidades:

- **Módulo NANO:** cargas de indentación de 10mN a 10000mN; nano-scratch de hasta 10mm; nano-wear; imágenes de AFM.
- **Módulo MRNP:** cargas de indentación de 10mN a 2500mN.



Función de carga utilizada para ensayar todas las muestras.



Función de Área utilizada para los análisis de las muestras tratadas. Calibración para profundidades de contacto mayores a 300nm.

RESULTADOS

Resultados 1º parte ASPECTOS MORFOLÓGICOS 1º ETAPA

Las micrografías del esmalte sano, muestran una la disposición característica de los prismas en cada zona, encontrándose paralelos entre sí en el esmalte radial y presentando entrecruzamientos en haces en el esmalte BHS (Figs.4). En este último pueden distinguirse prismas en sección transversal y longitudinal dispuestos en forma alternada. Después de la acción de la bebida, en el esmalte radial, se observan numerosas porosidades pequeñas mientras que los contornos de los prismas aparecieron desdibujados (Fig.5). En las secciones longitudinales de los prismas, el espacio interprismático adquiere aspecto irregular. En secciones transversales, los prismas presentaron dos patrones: en varias muestras se observó una depresión del centro del prisma conservando contornos elevados, mientras que, en otras, el patrón resultó inverso, es decir, los centros permanecieron elevados y los contornos deprimidos (Fig. 3B). Estas alteraciones se corresponden con los patrones de tipo I y II del grabado ácido del esmalte respectivamente:

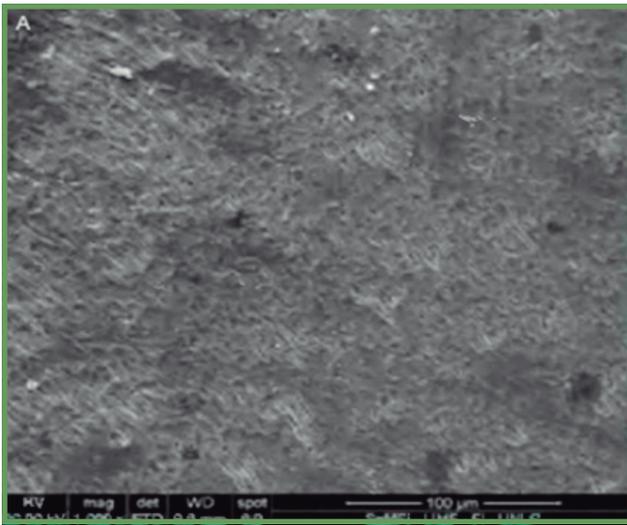


Figura 4: Imagen al M.E.B. del esmalte sano

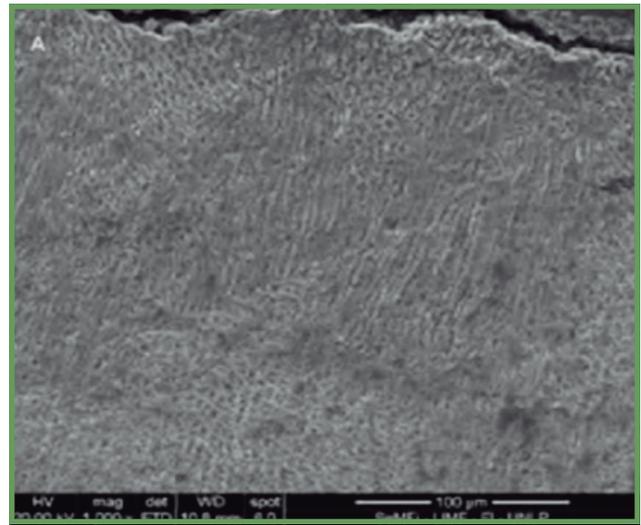


Figura 5: Micrografía del esmalte tratado con la bebida. Esmalte BHS.

Se obtuvieron espectros por energía dispersiva (EDS) del esmalte sano y tratado, donde se observan picos pronunciados para el calcio y el fósforo y se detectaron otros elementos como sodio, magnesio y cloro. Los valores relativos (peso%) del análisis cuali y semicuantitativo del tejido sano y tratado se muestran en la Tabla I. En el esmalte sano, el sodio se encontró en mayor porcentaje en el esmalte BHS. Después del tratamiento con la bebida, aumentó en el esmalte BHS (Na: 0,88%) en relación al sano (Na: 0,70%). La diferencia fue significativa. No se encontró diferencia significativa en el porcentaje de sodio entre el esmalte radial sano y tratado. Con relación al magnesio no se encontró diferencia significativa en el esmalte sano radial y BHS, sin embargo, después de la inmersión en la bebida, el porcentaje fue más elevado en el esmalte con bandas (Mg: 0,29%) que en el sano (Mg: 0,23). El cloro se encontró en mayor proporción tanto en el esmalte radial sano como en el tratado con la bebida siendo la diferencia significativa.

		Na	Mg	P	Cl	Ca	Ca/P
ESMALTE	RADIAL	0,54a +0,09	0,19 +0,07	18,14 +0,51	0,38at +0,09	38,36 +1,15	2,11a t0,03
SANO	BHS	0,70ab t0,09	0,23b t0,05	18,05 t0,50	0,14a t0,13	38,14 +1,17	2,11b +0,02
ESMALTE	RADIAL	0,62 +0,17	0,21a t0,06	20,35 +4,51	0,52bc +0,13	40,70 +8,69	2,00a t0,06
TRATADO	BHS	0,88b +0,19	0,29ab 10,06	19,56 +4,22	0,07b +0,07	39,39 +8,16	2,02b t0,04

a,b,c Las letras iguales indican diferencia significativa. (ANOVA - Bonferroni, p<0,05)

La relación Ca/P no presentó diferencia significativa entre en esmalte sano radial y BHS, como así tampoco en el tratado radial y BHS. No obstante, después de la inmersión en la bebida, la relación Ca/P disminuyó en el esmalte radial y en el BHS (Ca/P: 2,0) tratado con relación al sano (Ca/P: 2,1). La diferencia fue significativa. En síntesis, si bien los elementos estudiados se encontraron presentes en el esmalte sano, tanto en el radial como en las bandas de Hunter Schreger, los valores porcentuales resultaron diferentes. El sodio y el magnesio se encontraron en mayor proporción en el esmalte con bandas, mientras que la proporción de cloro resultó mayor en el radial. Después de la acción del agua saborizada, en el esmalte con bandas, el sodio y el magnesio aumentaron aún más y el cloro descendió notablemente. La relación calcio/fósforo descendió en ambas zonas después del tratamiento.

DUREZA SUPERFICIAL 1º ETAPA

Los ensayos con nanodureza determinaron diferencias entre la dureza del esmalte radial y BHS tanto en el tejido sano, como en el tratado con la bebida. El esmalte radial sano presentó valores de

dureza mayores que el BHS. Esta tendencia se conservó después de la acción de la bebida. Los valores de Hb (dureza), Er (módulo reducido) y he (profundidad de contacto) de las muestras sanas y tratadas se detallan en la Tabla II. Se encontró diferencia significativa en los valores de dureza del esmalte sano y tratado tanto en el esmalte radial como en BHS (p<0,05). Después de la acción de la bebida los valores de dureza del esmalte radial y BHS disminuyeron y se mantuvo la tendencia observada en el esmalte sano, donde los valores mayores correspondían al esmalte radial. En el gráfico comparativo se observa una disminución de los valores de H y Er tanto en el esmalte radial como BHS. El porcentaje de reducción de H en el esmalte radial fue del 59,48% y en el esmalte BHS resultó de 63,67%. En cambio, la profundidad de contacto aumentó alrededor de un 50%.

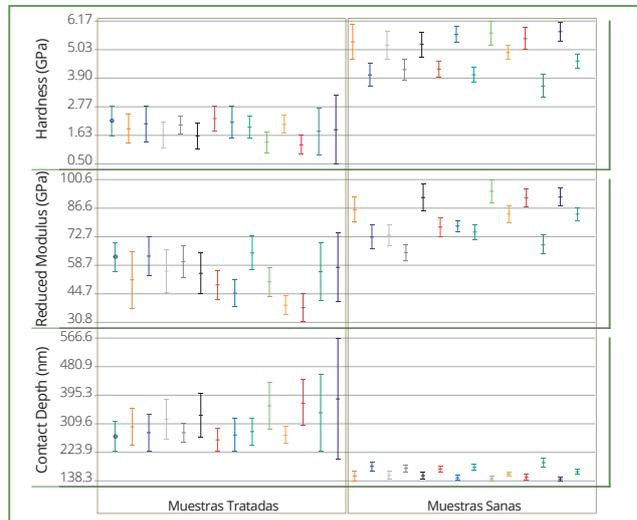


Figura 3: Comparación de los registros de nanodureza de las muestras tratadas/sanas. El grupo sano presentó valores de dureza y módulo elástico más elevados que el esmalte tratado. Asimismo, la dureza fue mayor en el esmalte radial. La profundidad de contacto registró valores más bajos en el esmalte sano y en el radial fue menor que en las bandas.

RESULTADOS 2º ETAPA

Al ESEM, la superficie del esmalte sano, desgastado y pulido en un plano longitudinal aparece homogénea y compacta. No se distinguen visualmente los contornos de los prismas. Aparecen algunos poros muy pequeños y aislados (Fig. 6). Algunas rayas poco profundas, se evidencian como efecto del desgaste.

Las micrografías electrónicas obtenidas después de la acción del agua saborizada durante 12 minutos mostraron alteraciones de los prismas observadas tanto cuando son seccionados en forma

transversal como longitudinal. Los contornos de los prismas, en algunas muestras aparecieron elevados, mientras que en otras, deprimidos (Fig. 7).

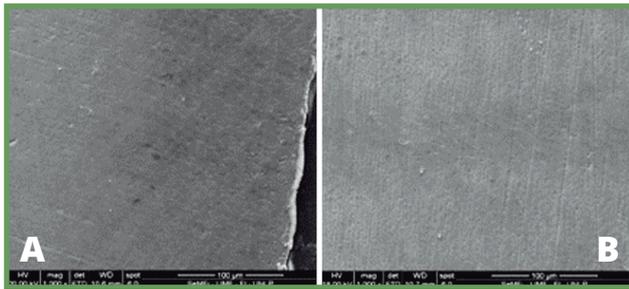


Figura 6: Micrografía del esmalte sano.
A: Esmalte radial externo.
B: Esmalte con bandas de Hunter Schreger interno.

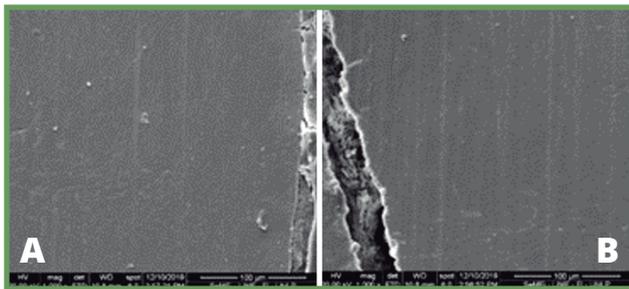


Figura 7: Micrografía del esmalte expuesto a la bebida durante 12 minutos.
A: Esmalte radial externo.
B: Esmalte con bandas de Hunter Schreger interno.
Los prismas seccionados transversalmente evidencian alteraciones en el contorno (A) o en el centro (B).

Las muestras sometidas al régimen cíclico durante 14 días presentaron alteraciones semejantes, aunque no fue uniforme (Fig. 8). En algunas muestras podían observarse prismas con pérdida mineral y en otras, la superficie apareció cubierta por una capa delgada, amorfa, levemente granular, enmascarando el relieve del esmalte (Fig.9 A). Resultaron más evidentes las estrías de Retzius después de la acción de la bebida.

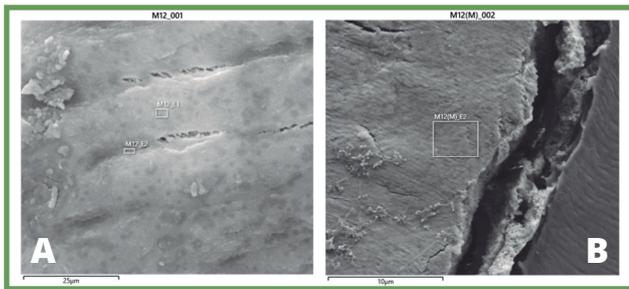


Figura 8:
A: Micrografía del esmalte radial.
B: Micrografía del esmalte con bandas tratado durante 14 días.

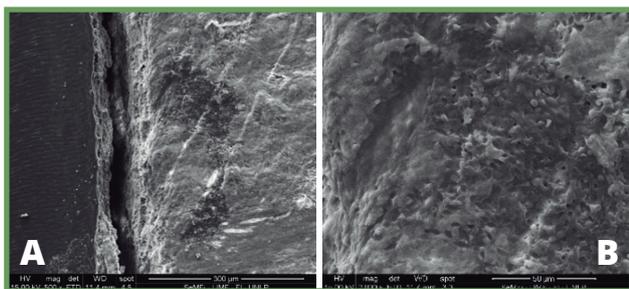


Figura 9: Micrografía del esmalte expuesto durante 14 días.
A: Se observan estrías de Retzius.
B: Capa superficial amorfa.

Con relación al análisis químico elemental de calcio y fósforo, en el experimento de 12 minutos se encontró un aumento del porcentaje

de fósforo y una disminución de la relación calcio/fósforo (Ca/P) (Tabla I). En el esmalte ciclado durante 14 días, el porcentaje de fósforo fue menor (Grupo 2) en relación al sano (Grupo 2s). La relación Ca/P aumentó después de la exposición al agua saborizada (Tabla II).

peso %	Ca		P		Ca/P	
	RADIAL	BHS	RADIAL	BHS	RADIAL	BHS
Grupo 1 (12 min)	40,70±8,69	39,39±8,16	20,35±4,51	19,56±4,22	2,00	2,01
Grupo 1s (sano)	38,36±1,15	38,14±1,17	18,14±0,51	18,05±0,50	2,11	2,11

Ca: calcio. P: fósforo. RADIAL: esmalte radial. BHS: esmalte con bandas de Hunter Schreger.

Tabla I. Composición elemental del esmalte expuesto al agua saborizada 12 minutos.

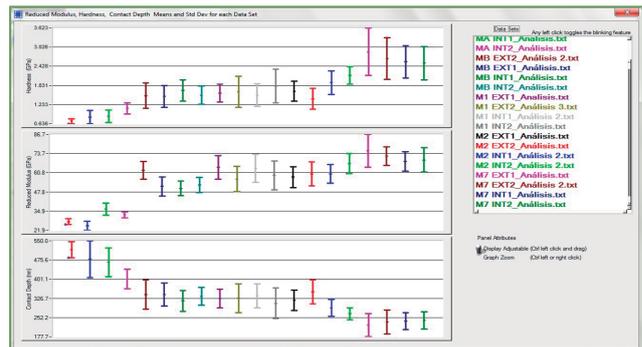
peso %	Ca		P		Ca/P	
	RADIAL	BHS	RADIAL	BHS	RADIAL	BHS
Grupo 2 (14 días)	23,94±3,36	21,52±6,73	12,62±1,77	11,14±3,65	1,91	1,94
Grupo 2s (sano)	33,48±3,80	31,97±4,01	18,21±2,21	17,45±2,19	1,83	1,83

Ca: calcio. P: fósforo. RADIAL: esmalte radial. BHS: esmalte con bandas de Hunter Schreger.

Tabla II: Composición elemental del esmalte expuesto al agua saborizada 14 días ciclado en saliva artificial.

Resultados de la Caracterización mecánica superficial.

En las primeras filminas "Resumen" se puede observar en forma general los resultados de los ensayos. Las filminas posteriores "RESULTADOS Ensayos LC" informan los resultados de cada una de las muestras y cada zona ensayada interior ó exterior. La grilla de indentación ocupa 75um de lado. Como referencia La dureza es la resistencia del material a ser deformado plásticamente. Para el caso de los dientes también podríamos interpretarla, como resistencia al desgaste de la zona ensayada. Ejemplo, es más fácil desbastar con lija una madera(blando) que un metal(duro). El módulo reducido, que representa cualitativamente el módulo de elasticidad de la zona ensayada, podríamos interpretarlo como rigidez. Cuanto mayor es el módulo, mayor es la carga necesaria para lograr una misma deformación. Ejemplo, es más fácil flexionar una barra de madera (menos rígido) que una barra de metal (más rígido). Lo mismo es aplicable en la rigidez del material para ser estirado.



Resultados Ensayos LC (load control).
Caracterización mecánica superficial.
M1 Exterior zona 1. (M1 EXT1)

Se realizó ensayos en 20 zonas, practicando un total de 320 indentaciones. Como es esperable en este tipo de muestras, se observa dispersión en los resultados de las indentaciones realizadas en una misma zona. Se eliminó las curvas de indentación que presentaban desplazamientos espurios, o comportamientos anómalos durante el período de carga o descarga. Se observa en general que las muestras no presentan diferencias sustanciales en Módulo reducido Er y dureza H entre zonas interiores y exteriores. Las muestras a M1, M2, MB presentan valores de Módulo y dureza similares. Mientras que, la muestra MA presenta Er y H menores y M7 mayores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En el presente trabajo comparamos la estructura y composición del esmalte en muestras sanas y cicladadas con bebidas cola. Identificamos los cambios superficiales producidos en los prismas y la diferencia entre el calcio, el fosforo y el carbono. Evidenciamos las modificaciones morfológicas que producen las bebidas colas cuyo pH es inferior al pH crítico de la cavidad bucal. Varios autores refieren sus publicaciones a la importancia del control de pH de los alimentos y bebidas que ingerimos¹. Por todo lo antes dicho y acordando con autores tales como Ballares y Becker⁶ quienes identificaron a las bebidas colas, como la principal responsable en comparación con otras bebidas, de producir alteraciones en la microestructura superficial del esmalte de tipo irreversibles, concluimos diciendo que la ingesta diaria con una frecuencia de consumo de 4 veces al día, produce perdida de minerales en el esmalte que generan erosiones, rugosidades y porosidades que lo vuelven vulnerable al ataque bacteriano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nirmala S, Subba Reddy WA comparative study of pH modulation and trace elements of various fruit juice on enamel erosion: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2011, 29:205-15
2. Cochrane NJ, Yuan Y, Walker GD, Shen P, Chang CH, Reynolds C, Reynolds EC. Erosive potential of sports beverages. *Australian Dental Journal.* 2012;(57): p. 359-364
3. Yin-Lin Wang Chia-Chieh Chang, Chih-Wen Chi, Hao-Hueng Chang Yu-Chih Chiang Yueh-Chiao Chuang Hsiao-Hua Chang Guay-Fen Huang Yunn-Shiuan Liao, Chun-Pin Lin. Erosive potential of soft drinks on human enamel: An in vitro study. *Journal of Formosan Medical Association.* 2014,113: 850-856
4. Sabel N, Robertson A, Nietzsche S, Norén JG. Demineralization of enamel in primary second molars related to properties of the enamel. *The Scientific World Journal.* 2012; 2012(587254).
5. Tyler J. A Scanning Electron Microscope Study of Factors Influencing Etch Patterns of Human Enamel. *Arch Oral Biol.* 1976;21: p. 765-179.
6. Koenigswald W, Sander P. *Tooth enamel microstructure.* Rotterdam: Balkema, 1997
7. Rensberger, J. Mechanicals adaptation in enamel. En: *Tooth enamel microstructure,* de W Koenigswald y P Sander, editado por W Koenigswald y P Sander, Rotterdam: Balkema. 1997, p. 237-257.
8. Mariel Cárdenas J, Mariel Murga H, Villagrán Rueda S, Mariel Cárdenas G, Gutierrez Cantú F, Guerrero Barrera A. Distribución de elementos químicos en el esmalte dental. *Revista de Ciencias Básicas UJAT.* 2010, Junio; 9(1): 3-116.

