

**EFFECTO EROSIVO VALORADO ATRAVES DE LA MICRODUREZA
SUPERFICIAL DEL ESMALTE DENTARIO EN DIENTES TEMPORALES,
PRODUCIDO POR CUATRO DULCES HIPERACIDOS**

ALEJANDRA DÍAZ ALVAREZ
ANGELA MARÍA GALLO ARBELÁEZ
OSCAR DAVID OVIEDO SANCHEZ
LUISA FERNANDA PUERTO RODRIGUEZ
PAULA ANDREA RAMÍREZ CORTÉS
LEYDI MARCELA RODRÍGUEZ ALVARADO
DIANA JOHANNA ROMERO SALAMANCA

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
BOGOTÁ, D.C.,
2005

**EFFECTO EROSIVO VALORADO A TRAVES DE LA MICRODUREZA
SUPERFICIAL DEL ESMALTE DENTARIO EN DIENTES TEMPORALES,
PRODUCIDO POR CUATRO DULCES HIPERACIDOS**

ALEJANDRA DÍAZ ALVAREZ
ANGELA MARÍA GALLO ARBELÁEZ
OSCAR DAVID OVIEDO SANCHEZ
LUISA FERNANDA PUERTO RODRIGUEZ
PAULA ANDREA RAMÍREZ CORTÉS
LEYDI MARCELA RODRÍGUEZ ALVARADO
DIANA JOHANNA ROMERO SALAMANCA

Trabajo de Grado para Otra el Título de
Odontólogo

Asesor científico:
SANDRA RUALES TEJADA
Odontólogo, Especialista en Odontopediatría

Asesor metodológico:
FREDDY SÁNCHEZ MENDOZA
Odontólogo Especialista en Docencia Universitaria

Asesor Estadístico
MONICA PACHON RODRIGUEZ
Bioestadista

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
BOGOTÁ, D.C.,
2005

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Colegio Odontológico Colombiano por brindarnos el soporte institucional y educativo para estructurarnos como profesionales integrales.

Finalmente, a todo el personal de investigación, docentes, asesores y demás profesionales que hicieron parte de la planificación y desarrollo de la presente investigación

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	
1. ASPECTOS TEORICOS CIENTIFICOS	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICACIÓN	13
1.3 PROPÓSITO	14
1.4 MARCO REFERENCIAL	14
1.4.1 MARCO LEGAL	14
1.4.2 MARCO TEORICO	17
1.5 OBJETIVOS	53
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	53
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	53
1.6 HIPOTESIS	54
1.6.1 HIPOTESIS NULA	54
1.6.2 HIPOTESIS ALTERNATIVA	54
2. ASPECTOS METODOLOGICOS	55
2.1 TIPO DE ESTUDIO	55
2.2 OBJETO DE ESTUDIO	55
2.3 POBLACIÓN EXPERIMENTAL	55

2.3.1. CRITERIOS DE SELECCION	55
2.3.1.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	55
2.3.1.2 CRITERIOS DE EXCLUSION	56
2.3.1.3 CRITERIOS DE ELIMINACION	56
2.5. MUESTREO	58
2.6. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	58
2.7. MATERIALES Y METODOS	59
3. RESULTADOS	65
4. DISCUSION	72
5. CONCLUSION	81
6. RECOMENDACIÓN	83
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág
TABLA 1. NORMAS ICONTEC RELACIONADAS CON DULCES	15
TABLA 2. PREVALENCIA DE EROSION EN DIENTES TEMPORALES	41
TABLA 3. COMPONENTES DE LOS DULCES HIPERACIDOS	66
TABLA 4. PESO EN GRAMOS DE CADA DULCE	67
TABLA 5. DATOS DE MICRODUREZA	68
TABLA 6. VARIANZA DE MICRODUREZA (ANOVA)	69

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Instrumento de encuesta a niños atendidos en la clínica odontopediátrica del Colegio odontológico Colombiano
- Anexo B.** Principales empresas productoras de dulces
- Anexo C.** Laboratorios de análisis de la facultad de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- Anexo D.** Descriptives
- Anexo E.** Presupuesto de gastos
- Anexo F.** Cronograma de actividades

INTRODUCCIÓN

El pH es uno de los factores principales que determinan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante el procesamiento, almacenamiento y distribución de los alimentos de consumo humano. Los dulces que consumen los niños varían su pH entre ácido y alcalino. Según la literatura existe una asociación entre consumos de dulces con pH inferior a 5,5 y la aparición temprana de erosión y pérdida de micro dureza superficial en el esmalte dentario.

La presente propuesta trata del análisis de los niveles de acidez presentes en dulces hiperácidos de usual consumo en niños. Se basa en una muestra de confitería, en la cual se encuentra niveles de pH por encima de los determinados umbrales que pueden llegar a ser agente causal de la pérdida de micro dureza superficial asociada con la erosión del esmalte dental. Se asume que algunos de los dulces preferidos por los niños en la clínica odontopediátrica del Colegio Odontológico Colombiano, pueden presentar hiperacidez no declarada en sus empaques. El objeto es evaluar mediante un análisis de laboratorio cuatro muestras de marcas reconocidas de dulces hiperácidos y con mayor impacto publicitario sobre la niñez, igualmente su incidencia en cambios observables a nivel de la dureza superficial, en dientes temporales de niños sin presencia de patología dentaria.

1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación busca identificar los cambios en la dureza superficial del esmalte en dientes temporales producidos por dulces normales e hiperácidos. De manera complementaria, se busca analizar los resultados de una muestra de 4 productos de confitería de mayor consumo en la población infantil asistentes a la clínica odontopediátrica del Colegio Odontológico Colombiano.

La presente propuesta se limita al análisis de cambios en la microdureza superficial del esmalte en dientes temporales, y en los niveles permitidos de presencia de pH según las normas de calidad del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Icontec, para ese tipo de productos.

El problema de investigación se formula de la siguiente forma: ¿Cuáles de los dulces hiperácidos de alto consumo por parte de los pacientes de la clínica odontopediátrica del Colegio Odontológico Colombiano, producen mayor efecto erosivo al evaluar la micro dureza superficial del esmalte dentario?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El análisis del pH contenido en los dulces hiperácidos de mayor consumo por parte de la población infantil provee información sobre acidez y su relación con la erosión dental. Además, contribuye al estudio de la problemática de la erosión dental temprana en poblaciones infantiles, evidente a través de la disminución de la micro dureza superficial del esmalte dentario en dientes temporales y contribuye a generar un clima de promoción y prevención de salud dental.

Igualmente, la revisión y reseña de investigaciones nacionales e internacionales sobre el tema de la erosión dental y micro dureza superficial del esmalte dentario en niños contribuye a ampliar el horizonte del profesional de la Odontología en su trabajo profesional.

En lo experimental, la utilización de laboratorios de análisis como elemento complementario de la investigación contribuye a proveer mayor precisión en los resultados con relación a pruebas sencillas basadas en test de coloración, análisis microscópicos y de dureza superficial del estado del esmalte en dientes temporales. En lo relacionado con la salud dental, cuando se trata de estudiar problemáticas propias de la población infantil. En el aspecto profesional, la revisión del estado toma el tema de la erosión dental en niños, y, en cuanto a la preocupación por patologías tempranas la

posibilidad de enfatizar en la promoción y prevención de la salud oral

La muestra seleccionada puede no ser suficientemente representativa respecto de aquellos productos que se encuentren en mayor proporción en la dieta alimentaría del niño. Por otra parte, la asociación de la hiperacidez con erosión dental queda abierta como hipótesis, si los posibles cambios en superficie no son plenamente comprobables.

1.3 PROPÓSITO

Investigar acerca de los efectos producidos por los dulces normales e hiperácidos sobre el esmalte dentario humano.

Se busca realizar el análisis acerca de: a mayores grados de acidez en los dulces de mayor consumo infantil, se ha de producir una mayor disolución química del esmalte y por lo tanto relacionarse con mayor erosión y pérdida de micro dureza superficial en el esmalte dental.

El perfil de los niños encuestados asegura que pertenezcan al rango de edad en el cual se presumen mayores consumos de dulces. Por otra parte, el hecho de ser pacientes de las clínicas de odontología pediátrica del Colegio Odontológico Colombiano, prevé la existencia de indicios de erosión por pérdida de micro dureza en su dentadura.

Igualmente, se busca consultar mediante encuesta estructurada en presencia de los padres del paciente, el tipo y marca de los dulces de mayor preferencia por parte del encuestado lo cual será corroborado por su acompañante.

Esta información deberá ser contrastable con los resultados declarados por los fabricantes en la encuesta correspondiente, asegurando que la investigación se centre en los dulces concordantes entre fabricantes y consumidores.

Por otra parte, se busca un análisis físico de laboratorio, a nivel del esmalte superficial, en dientes temporales, tomados de muestra endentando el diente, bajo la hipótesis de correlación entre los cambios de micro dureza superficial en ellos, como variable dependiente, y variaciones de pH en dulces hiperácidos, como variable independiente.

1.4 MARCO REFERENCIAL

1.4.1 Marco Legal. Se considera como marco normativo de referencia el provisto por las normas de calidad en las cuales se establecen los índices máximos y mínimos aceptables en productos alimenticios relacionados con confitería de consumo infantil.

TABLA 1. NORMAS ICONTEC RELACIONADAS CON DULCES

Producto	Norma	Año certificación
Confites duros	NTC-424	1996
Confites blandos	NTC-3267	1996
Gomas de mascar	NTC-3419	1992
Dulces comprimidos	NTC-3646	1992
Dulces de leche	NTC-3757	1996

FUENTE: ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, octubre de 2003

Por otra parte, la Superintendencia de Industria y Comercio, así como el Invima en drogas y alimentos, cuentan con laboratorios reconocidos en los cuales se pueden hacer mediciones de control en alimentos.

El Ministerio de Salud ha regulado que “Cuando se elabore un alimento acidificado para niños lactantes sólo se permite su acidificación biológica con cultivos lácticos específicos. La acidez del producto constituido o listo para el consumo no debe ser superior a 1.0 g de ácido láctico por 100 calorías utilizables”.

Igualmente, el Ministerio, de acuerdo con las normas acogidas en el Invima, ha definido como:

Acidulante, aquellas sustancias o mezclas de sustancias capaces de comunicar un pH ácido o intensificar el sabor ácido o disminuir el pH alcalino de los alimentos.

Alcalinizantes, las sustancias o mezclas de sustancias capaces de comunicar un pH básico o disminuir el pH ácido de los alimentos.

Reguladores de pH o de la acidez, las sustancias o mezclas de sustancias capaces de mantener un pH determinado en los alimentos.

Entre los acidulantes y alcalinizantes utilizables como reguladores, determina los ácidos acético o adípico ascórbico, cítrico, clorhídrico, fosfórico, glucólico, fumárico, láctico, d-L málico, bicarbonato y carbonato de amonio, hidróxidos de amonio, calcio, magnesio, potasio y sodio, todos en ellos en dosis de acuerdo a Buenos Procesos de Manufactura, BPM. Por otra parte también, los ácidos L-tartárico y glucono-delta-lactona, estos si sujetos a dosis no mayores de 3 g/kg.

1.4.2 Marco Teórico

La literatura científica, reporta que en la actualidad se observa una relación entre la ingesta de alimentos considerados ácidos y el desarrollo de lesiones de erosión dental. Podría significar un riesgo para la salud bucal, que el pH de las bebidas que se comercializan pueden estar por debajo del pH límite necesario para producir desmineralización de los tejidos duros dentales debido a las sustancias ácidas que presentan en su composición.

Rytomaa y colaboradores (1988), usaron la medición del perfil de superficie para evaluar la profundidad de la erosión del esmalte después de la exposición a bebidas y productos lácteos ácidos por cuatro horas bajo constante agitación. Con este sistema una bebida de cola, bebida de naranja y bebida para deportistas fueron las más erosivas. Un jugo de naranja y una bebida dietética de cola fueron las menos erosivas. La cerveza, café, yogurt de fresa, y agua mineral carbonatada produjeron poca o ninguna erosión bajo estas condiciones experimentales. Con este sistema in Vitro las bebidas con un pH sobre 4 no causaron erosión, mientras que los productos con un pH menor a 4 causaron diferentes grados de erosión.

Sharma y colaboradores, en 1992, evaluaron el efecto de las condiciones de la superficie dental de los dientes primarios con ácido cítrico, encontraron que la disolución del esmalte a una exposición con el 50% de ácido cítrico es

comparable con la disminución en dientes permanentes y el tiempo para que se observe es de 5 minutos.

LUSI y colaboradores (1993), determinaron que una bebida carbonatada dietética de limón tuvo mayor capacidad erosiva al demostrar que producía cambios estadísticamente significativos de la micro dureza superficial del esmalte, que posteriormente se compararon el potencial erosivo de diferentes bebidas en dientes primarios y permanentes con respecto a: Sprite, néctar 3.77 y yogurt 4.04

Larsen y Bruun (1998), mediante un estudio in Vitro demostraron que cuando el esmalte es expuesto a una solución acuosa inorgánica con un pH de cuatro a cinco, insaturada en relación a hidroxapatita y flúor apatita, la superficie del esmalte es alterada, formando una lesión macro y microscópicamente semejante a la erosión que se desarrolla en la cavidad bucal. Esta situación puede ocurrir clínicamente cuando los niveles de pH salival son inferiores a 4,5 por medio del consumo de frutas o bebidas ácidas.

Más López y Ana Carolina, mediante un estudio in Vitro han demostrado que cuando el esmalte esta expuesto a un pH de 4.5 – 5.0 el cual esta hipo saturado con respecto a la hidroxapatita y flúor apatita, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica

que la erosión dental. Por ello las bebidas consideradas en este estudio son de 3.04 para bebidas carbonatadas, 4.04 para yogurt y 3.77 para el néctar; en todos los casos estos valores se encuentran por debajo del pH crítico para hidroxiapatita y flúor apatita, mediante este se determino el efecto erosivo en la evaluación de la micro dureza superficial del esmalte luego de someterlos a la acción de las bebidas, ya que al producirse la desmineralización de la dureza de la adamantina decrece.

GROBER y colaboradores, encontraron que al evaluar el potencial erosivo de algunos jugos de frutas y bebidas carbonatadas, mediante la cantidad de calcio que liberaba el esmalte; las bebidas de cola y un jugo de naranja causaron la mayor desmineralización.

Sorvari, R., Meurman, J.H., Alakuijala, P., Frank, R.M. (1994), Estudiaron el efecto de los barnices de fluoruro y soluciones de fluoruro en la erosión inicial del esmalte dental, donde los especímenes fueron terceros molares humanos tratados por 24h con barniz Duraphart (22% F) o por 48h con la solución de NaF (F) al (1.2%), enjuagados, y sumergidos en una bebida de cola (pH 2.6) hasta por 15m. Donde la micro dureza fue medida usando un diamante vickers en un aparato de Leitz después del tratamiento y una exposición de 1.5 y 15m a bebida acida comparándolos con los niveles de referencia, donde también fueron observados microscópicamente, donde se dieron cuenta que el tratamiento del esmalte con fluoruro tópico antes de ser

atacados con una solución acida puede inhibir la erosión inicial, porque los resultados mostraron que aumento los valores de dureza del esmalte y la inhibición subsiguiente al debilitamiento los cuales fueron altamente significativos.

En 1995, Kichuel y colaboradores evaluaron el efecto de las gomas de mascar sobre el pH de la placa y cambios en la sacarosa, se encontró que la respuesta del pH antes, durante y después de mascar gomas, no presentó ningún efecto, el pH no tuvo variaciones significativas, pasó de 6,29 a 6,71, en general se observó que ningún chicle o parafina reporta algún efecto benéfico con respecto al pH de la placa luego de cambios en la sacarosa.

Amaechi B.T., Higham, S.M. & Edgar, W.M. (1999), determinaron la influencia que tiene la temperatura, y el tiempo de exposición en efecto de desarrollo de erosión dental. Realizaron tres experimentos Donde las muestras fueron introducidas en jugo de naranja 1) A diversas temperaturas, 2) para distintos tiempos, 3) en esmalte de dientes de bovinos, permanentes y temporales de seres humanos. Los parámetros de la lesión (perdida de mineral y profundidad de la lesión) fueron cuantificados usando micro radiografía transversal y fueron bajos a 4 °C comparados con los mostrados a 20 °C y 37 °C, y para 20 °C en comparación con 37 °C. Estos parámetros aumentaron perceptiblemente con el aumento del tiempo de exposición, y pudieron ser correlacionados ($r=0.98$, $P < 0.05$) durante todo el ensayo, se

noto que fueron mayores en el esmalte de bovinos que en el esmalte de temporales y permanentes humanos: la lesión de progresión medida para la pérdida de mineral, estaba en proporción 2.0:1.5:1.0 para bovinos temporales de humanos permanentes de humanos, y para la profundidad de la lesión, 1.7:1.3:1.0. En conclusión la capacidad erosiva del jugo de naranja era menos pronunciada para la baja temperatura, y aumenta al elevar el tiempo de exposición; el progreso de la erosión fue dos veces mas rápida en el esmalte de los permanentes bovinos que en el de los permanentes humanos, y en 1.5 mas rápido en los temporales que en los permanentes humanos.

Maupome, G., Aguilar – Avila, M., Medrano – Ugalde, H.A., Borges – Yanes, A. (1999), este estudio pretendía determinar la erosión de una bebida de cola en el esmalte que incorpora películas salivares, donde utilizaron 72 muestras de esmalte sumergiéndolas en una bebida de cola. Los grupos que diferenciaron las muestras fueron (1) incubado en saliva pura o rebajada, (2) bajo tres regimenes de frecuencia durante (1, 5 y 10 veces por día), (3) sumergidos con o sin agitación y, (4) la película fue incubada por 4, 6, 24h, donde las valoraciones cualitativas fueron realizadas con intervalos de 8 días utilizando la prueba de micro dureza. Los resultados obtenidos en el esmalte primario mostraron una disminución aguda de la línea de referencia (344.2 – 32.4 unidades de vickers; SD) para el día 1 (268.9 – 36.8), y para el día 8 (155.2 – 68.6). Los resultados obtenidos para los dientes permanentes fue de

350.8 – 39.2 y 149.8 – 85.2. Donde la dureza fue afectada en la agitación, la cantidad de saliva, el tipo, pero no el intervalo de incubación de la película ni el tipo de esmalte. Concluyendo que la mayor frecuencia de inmersiones juega un papel primordial en la dureza, la cual disminuida se combinaba con condiciones estáticas de enjuague y, en grado inferior, se incubaba en saliva rebajada.

Eisenburger. M., Hughes. J., West. N.X., Jandt. K.D., M. (2000), realizaron la ultra zonificación para medir la desmineralización superficial del diente, tomaron como muestra 60 dientes donde los dividieron en 6 grupos de 10 especímenes cada uno donde pulieron las muestras 0.3 μm , donde se expusieron a ácido cítrico al 0.3% (pH 3.2) por 30m, 1,2,3 o 4h, donde se midieron con el polifilometrolas lesiones producidas. Donde el grupo de control fue almacenado en agua por 4h y se le realizaron las mismas mediciones. Después se observó que aumentó la erosión linealmente con el tiempo de exposición, donde observaron que la pérdida adicional aumentó más con la ultra zonificación de 5s. Concluyendo que la ultra zonificación retira el esmalte ablandado de la superficie del esmalte erosionado, donde se observó que es un proceso complejo que implica reacciones tanto físicas como químicas, donde la literatura los clasifica como procesos de abrasión, erosión y fricción. La desmineralización varía con el ataque ácido y se ha clasificado como (1) sup. Debilitada por la erosión dietética donde los valores de pH varían entre 2 y 4 donde el periodo de ataque es relativamente corto,

(2) desmineralización sub. Superficial tópica por el proceso de caries donde los valores de pH varían entre 4.5 y 6.5 y el periodo de ataque es prolongado, (3) sup. Tanto atacada por ácidos como por materiales adhesivos donde los valores de pH fueron extremadamente bajos y el contacto con el ácido muy breve.

Hunter ML., West. NX., Hughes. JA., Newcombe. RG. & Addy. M. (2000), realizaron un estudio para determinar, por mediciones de superficie la pérdida del esmalte y de la dentina en muestras de dientes, temporales y permanente después del consumo de una bebida a base de naranja con pH bajo una vez al día por un periodo de 15, concluyendo que según estadísticas en cuanto a la susceptibilidad del esmalte temporal y permanente frente a la erosión presentan un cierto rango y con el aumento de la frecuencia de consumo. Los objetivos de este estudio fueron dos: determinar por medio de mediciones de la superficie, surfometría, la pérdida del esmalte de dentición temporal, permanente y de la dentina presentadas después de 15 días de exposición a una bebida ácida a base de naranja con un pH bajo, y segundo después de exponerlo al mismo jugo 2 y 4 veces al día por 15 días; concluyendo las diferencias in Vitro en la susceptibilidad de los tejidos finos de dentición temporal y permanente frente a la erosión causada por una bebida con pH bajo existen, aunque no significativas la reducción de la pérdida del tejido fino.

O'Sullivan et al, en 2000, adelantó un estudio donde se realizó una comparación de factores ácidos en la dieta de los niños con y sin erosión dental con respecto a los factores salivares que afectan la erosión dental en niños, el pH de la saliva no cambia con la edad, sin embargo, la capacidad buffer se incrementa con la edad y ésta es más significativa en hombres que en mujeres. Se observó también, que el mayor porcentaje de pérdida de la capacidad buffer puede hacer que se incremente el riesgo de erosión dental, factores como los cambios de hábitos alimenticios y el consumo de bebidas gaseosas y es más evidente en pacientes con caries activa que aquellos que se encuentran libres de caries dental.

West. N.X., Hughes. J.A. & Addy. M (2000), hablan que la venta de bebidas gaseosas ha aumentado por encima de un 56% en los últimos 10 años y se estimen en cerca de 2-3% al año. Además, la incidencia de la erosión dental se ha documentado cada vez más. Aunque estos factores pueden estar ligados, muchos individuos con dietas erosivas no presentan erosión. Por ello utilizaron el esmalte y muestras de dentina a partir de terceros molares de humanos sin erupcionar, en grupos de cinco especímenes puestos a ácido cítrico, láctico, málico o fosforito (0.05, 0.1, 0.5, y 1%) exponiéndolos 10 minutos , colocándolos en los mismos tres hidróxidos ácidos orgánicos para 0.3%, o ácido fosforito a 0.1%; para exposiciones de 3x10 minutos. Determinando la pérdida de tejido con un profilometría. Así demostró que al

aumentar la temperatura, la concentración y el tiempo de exposición aumenta la erosión de la dentina y esmalte.

LINDA SHAW 2000, realizó un estudio que analizo los efectos de los ácidos con una vista micro y macroscópico en el maxilar inferior, dividió el estudio en grupos las bebidas como jugo de naranja, jugo de uva o bebidas carbonatadas a base de cola y jugos cítricos en grandes cantidades.

El estudio reporto que la primera alteración microscópica acumulada en el esmalte duro de 4 a 8 semanas fue dada por el jugo de uva, naranja, bebidas a base de cola encontrándose como resultado la erosión.

Parry y colaboradores, en 2001, estudiaron el potencial erosivo de una amplia gama de aguas minerales con y sin gas usando un análisis in Vitro, encontraron que la disolución fue levemente mayor en aguas con gas, sin embargo en varios casos la disolución entre unos y otros fue casi imperceptible.

Según Eisemburger. M. & Addy. M. (2001), el efecto de varios valores de pH para el ácido y diferentes periodos de erosión en la profundidad de las lesiones y la desmineralización de la sub superficie del esmalte humano. Se realizó una investigación de laboratorio, donde seis grupos, cada uno con 10 muestras, fueron erosionados en ácido cítrico al 0.3% por 2h a un pH 2.54, por 2h o 4h a un pH 3.2 y por 2h, 4 o 8h para un pH 4.5 . La profundidad de

la erosión fue medida usando un perfilómetro. La capa desmineralizada fue removida usando ultrasonido y tomando mediciones de profundidad con un perfilómetro a 5, 30, 120, 240 y 480 segundos. Los seis grupos de prueba fueron clasificados por el análisis de varianza en cuatro grupos homogéneos según su desmineralización sub superficial. La profundidad de la erosión dependió claramente del valor del pH del ácido y del tiempo de contacto. La desmineralización sub superficial y la morfología de la superficie no dependió de la profundidad de la erosión, es posible obtener desmineralización sub superficial similar combinando apropiadamente el tiempo de contacto y el pH.

Bartlett, D.W. & Cowart, P.Y. (2001), el objeto de este estudio fue comparar el efecto erosivo del jugo gástrico con el de una bebida carbonatada en el esmalte y la dentina midiendo la liberación de calcio partiendo de 50 dientes seleccionados e in Vitro. Además la acidez tritratable y el pH (ml de hidróxido de sodio 0.05 M requeridos para neutralizarse) de los líquidos fue estimado. El pH inferior de las siete muestras ácidas gástricas fue 2.92 (rango 1.2-6.78) y la acidez tritratable media de 0.68ml (rango 0.03-1.64). El pH y la acidez tritratable del jugo gástrico variaron entre los pacientes que sufren síntomas de la enfermedad de reflujo. La bebida carbonatada presentó un pH de 2.45 y una acidez tritratante de 0.29ml. La diferencia en el calcio liberado por el jugo gástrico y la bebida carbonatada fue estadísticamente significativa para el esmalte ($P < 0.005$) y la dentina ($P < 0.01$). Concluyendo que el jugo gástrico

tiene un mayor potencial de erosión, por unidad de tiempo que una bebida carbonatada.

West N.X., Hughes J.A. & Andy M. (2001), estudiaron la incidencia de la erosión dental causada por los ácidos cítricos y fosfóricos que son los ácidos cítricos presentes en las bebidas dietéticas gaseosas, donde se necesitan identificar los factores de riesgo del consumo de estas bebidas como son: el pH, la acidez, pKa, capacidad de buffer, lo cual es el objetivo de esta investigación In Vitro. Donde se utilizó profilómetro de esmalte plano y muestras de esmalte dental ($\pm 0.3\mu\text{m}$ profilometría) de terceros molares humanos sin erupcionar. Se tomaron grupos de cinco especímenes que fueron puestos en soluciones ácidas ajustadas con la alcalinidad del rango disponible de pH: el ácido cítrico, fosfórico y hidróclórico fue ajustado con el hidróxido de sodio y citrato trisódico, la pérdida de tejido fue calculada por el profilómetro. Los resultados demostraron que bajo estas condiciones el ácido cítrico causó mucha más erosión dentro del rango de pH empleado que el ácido fosfórico para ambos tipos de tejido. El ácido cítrico comparado frente al ácido hidróclórico presentó efectos destacados de disolución y quelación. El ácido fosfórico causó la erosión mínima para un pH 3 en el esmalte y un pH 4 para la dentina. Estos factores se pueden considerar para reducir la erosión causada por bebidas gaseosas ácidas.

El Larsen, M.J., (2001), el objetivo fue describir la disolución del fluoruro de calcio en unas bebidas gaseosas y jugos saturados por tres días con fluoruro de sodio y calcio donde fueron agitados durante 72h. Después las bebidas fueron analizadas para observar que cantidad de calcio, fosfato y fluoruro y se determino el pH. Para examinar el efecto preventivo de la bebida rica en fluoruro de calcio, en los dientes intactos: se encontró que entre 6 a 45mg de fluoruro de calcio fueron disueltos por litro de bebida. Entre mas acida la bebida, mas fluoruro de calcio fue disuelto, probablemente debido a la formación del HF. Los dientes expuestos a las bebidas suaves presentaron lesiones similares a las erosivas, donde se observo un efecto muy pequeño del fluoruro iónico de 4-6 PPM disuelto en las bebidas suaves. En el jugo de naranja, el fluoruro de calcio disuelto estableció una saturación con respecto al flúor apatita y por lo tanto, las lesiones erosivas fueron sustituidas por lesiones similares a las de las caries. En conclusión, las bebidas gaseosas acidas son capaces de disolver cantidades considerables de fluoruro de calcio y el efecto preventivo del fluoruro en la erosión, incluso en altas concentraciones que es limitado.

Otros estudios pretenden evaluar el efecto de ciertas bebidas gaseosas sobre la dureza superficial del diente, como el adelantado por Alping, 2004, donde evalúan el efecto de la Coca. Cola y los jugos de fruta en la dureza superficial de los cristales ionomeros y componderos, donde demostraron que los jugos de fruta presentan una mayor amenaza erosiva a los materiales de

coloración dental que la Coca – Cola, resultados similares fueron hallados con relación a la pulpa y a la dentina.

McCay y Will han observado que al colocar dientes en 50 ml de bebida carbonatada de cola o solución de sucrosa y ácido fosfórico con una concentración similar, desmineralizaba los dientes durante tiempos de exposición que iban desde 3 hasta 336 horas.

Turssi, C.P., faraon, J.J., Rodrigues Jr, A.L., Serra, M.C. (2004).el objetivo fue estudiar la abrasión de los tejidos dentales duros previamente erosionados al entrar en contacto con un dentífrico blanqueador comparado con uno regular: Donde se asignaron aleatoriamente 14 voluntarios para utilizar una de las cremas dentales donde usaban 3 muestras de dentina radicular a cada lado. El primer día se dejo la formación de la película salivar, 2 veces al día por 3 días: un lado de cada aplicación fue sumergido en una bebida carbónica acida In vivo, mientras el otro permanecía sin exposición: donde se observo que después de cada exposición se cepillaron con la crema asignada se no mas desgaste que en los especimenes no tratados, y en el cambio en el dentífrico con blanqueador no se vio ninguna diferencia significativa. Los resultados obtenidos fueron que el dentífrico con blanqueador no pueden aumentar el desgaste del esmalte debilitado por el acido, pero puede tener un efecto mas nocivo en la dentina que las cremas dentales regulares.

ESMALTE DENTARIO

El esmalte es el tejido más duro del organismo que cubre a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria. Estructuralmente está constituido por millones de prismas (compuestos por cristales de hidroxiapatita) altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria a la superficie externa en contacto con el medio bucal.

El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1-2%), una matriz inorgánica (95%) y agua (3-5%). El componente orgánico más importante es de naturaleza proteica, y constituye un complejo sistema de multiagregados polipeptídicas.

La matriz inorgánica está constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato. Dichas sales se depositan en la matriz de esmalte, dando origen rápidamente a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ del cual el 37% de su peso es calcio, el 52% es fosfato (18% es fósforo) y el 3% es hidroxilo. Existen también sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, plomo, zinc. Éstos son raramente distribuidos de forma uniforme a través del esmalte. Algunos de los componentes muestran una alta

concentración en las capas superficiales debajo de las cuales la concentración cae significativamente, tal es el caso del flúor, plomo, zinc. Otros elementos exhiben un gradiente invertido (sodio, carbonato, magnesio); mientras que otros no varían con la profundidad (estroncio, cobre). En total, estos componentes menores comprenden aproximadamente el 3%, de los cuales el sodio y el carbonato representan más de las 9/10 partes.

En la lesión erosiva se puede observar la pérdida de las capas del esmalte del exterior hacia el interior. La disolución del esmalte puede ser el resultado de dos situaciones químicas diferentes. En una, la fase acuosa que rodea el diente se encuentra subsaturada en relación con la hidroxiapatita y supersaturada en relación con la flúorapatita (Cárdenas, 2003).

Algunos estudios pretenden medir el desgaste del esmalte dentario sin embargo no resulta fácil para la comunidad científica unificar conceptos, Yap en 1999, realizaron una clasificación comparativa del desgaste de reconstituyentes dentales con el simulador de desgaste BIOMAT, analizando diferentes materiales encontraron que el aumento de la microdureza puede atribuirse a los componentes particulares de la actividad de mineralización del propoleo.

Por otro lado, Giamalia, en 1999, estudiaron el efecto in Vitro en la microdureza del esmalte humano frente a la exposición al propoleo, el cual es un material resinoso a base de cera, encontraron un aumento en el número de microdureza Vickers del esmalte expuesto con el porcentaje de propoleo en la solución, dicho aumento podría atribuirse a los componentes particulares de la actividad de mineralización del propoleo.

Barbour y colaboradores, en 2003, estudiaron la disolución del esmalte dental humano en ácido cítrico como función del pH en el rango 6.30 – 2.30, utilizando la técnica de nanoindentación, encontraron cambios significativos en la dureza del esmalte y el módulo de elasticidad reducido después de la exposición a las soluciones ácidas.

Hooper y colaboradores en 2004, desarrollaron un nuevo índice para supervisar el desgaste del diente en modelos de estudio, el modelo fue aplicado por distintos científicos como control de muestras tomadas hace más de 20 años, finalmente se demostró el valor de mantener expedientes dentales a largo plazo para supervisar el desgaste progresivo del diente.

Michelle, 2004 y su grupo de investigación, adelantaron un estudio de los efectos erosivos producidos por una nueva bebida deportiva sobre el esmalte dental, comparada con una agua tomada durante el ejercicio, dicha bebida estaba enriquecida con carbohidratos y electrolitos, se encontró que la

bebida estudiada presentó una erosión menor en comparación con otras bebidas de venta comercial y estadísticamente no se halló diferencia con el comportamiento del agua.

Barbour et al en 2005, analizaron los efectos protectores contra la erosión dental de los tratamientos con fluoruro, el objetivo fue determinar si las preparaciones de fluoruro afectan la erosión atribuida al ácido cítrico y a las bebidas gaseosas a base de ácido cítrico, se encontró que las soluciones ácidas variaron significativamente en la cantidad de erosión producida con y sin adición del fluoruro, por lo que concluyeron que el fluoruro aplicado en el esmalte dental por medio de soluciones ácidas o como pre tratamiento, reduce la erosión del esmalte.

SOLUBILIDAD DE LA APATITA

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

Las concentraciones totales de calcio y fosfato en la saliva varían según los individuos y dentro del mismo individuo, dependiendo de la velocidad del flujo

y de las proporciones de saliva que se origina en las glándulas parótida y submaxilar, gran parte del calcio y fosfato está ligado a las proteínas salivales o están presentes en forma de complejos.

Una disminución del pH de los líquidos que bañan los dientes puede ser causada directamente por el consumo de frutas y bebidas ácidas, o indirectamente por la ingesta de carbohidratos fermentables que permiten una producción de ácidos por las bacterias de la placa bacteriana.³⁵ Con la caída del pH, la solubilidad de la apatita del esmalte aumenta drásticamente. Cálculos simples revelan que una caída del pH de una unidad dentro del rango de pH de 7 a 4 da origen a un aumento de siete veces la solubilidad de la hidroxiapatita. La solubilidad de las apatitas es afectada por el pH, debido a que la concentración de hidroxilos es inversamente proporcional a la concentración de hidrogeniones, y la concentración de los complejos fosfatados iónicos depende del pH de la solución.

El pH, al cual la saliva es exactamente saturada con respecto a la apatita del esmalte, es denominado a menudo "pH crítico". El valor de este pH dependerá de las concentraciones de calcio y fosfato en la saliva. Estudios sugieren que el pH crítico varía entre 4.5. y 5.5. Cuando la saliva está llegando a una hipo saturación con respecto a la hidroxiapatita, todavía permanece sobresaturada con respecto a la flúor apatita. El pH al cual la saliva está exactamente saturada con respecto a la flúorapatita ha sido

determinado cerca de 4.5.

Según Cárdenas 2003, cuando el pH se encuentra en el rango crítico de 5.5 – 4.5, la saliva se encuentra subsaturada con relación a la hidroxiapatita y supersaturada con relación a lo flúorapatita, consecuentemente ocurre caries dental por desmineralización.

Dependiendo de estas condiciones químicas, el esmalte puede ser disuelto de dos maneras diferentes: por una pérdida gradual del esmalte de la superficie mediante la erosión, o por una pérdida preferencial de mineral de la profundidad a una zona de la superficie, formando un tipo de lesión como el de la caries. Los experimentos de laboratorio han mostrado que cuando el esmalte está expuesto a un pH de 4.5 - 5.0 el cual está hipo saturado con respecto a hidroxiapatita y flúor apatiíta, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión natural. Esta situación existe en la saliva a un nivel de pH más bajo de 4.5 y puede ocurrir localmente sobre las superficies del diente en conexión con el consumo de frutas y bebidas ácidas. Sin embargo, cuando el esmalte es expuesto a un líquido hipo saturado con respecto a hidroxiapatita, pero sobresaturado con respecto a flúor apatiíta se forma una lesión como la caries con una capa superficial relativamente poco afectada por una desmineralización de la sub superficie; estas condiciones se presentan en la

saliva dentro de unos límites de pH entre 5,5 - 4.5 y pueden prevalecer en el líquido de la placa in situ.

Barbour y colaboradores en 2004, estudiaron la erosión del esmalte dental humano frente a una solución de composición constante como función del grado de saturación con respecto a la hidroxiapatita, el objetivo fue investigar la erosión del esmalte humano bajo condiciones constantes de composición, se encontró un cambio estadístico significativo entre las características mecánicas del esmalte expuesta a 30 segundos a dos sustancias ácidas cítricas, el estudio demostró que es posible diseñar una bebida gaseosa con potencial erosivo bajo y buen sabor cambiando el grado de saturación de la solución manteniendo el pH típico de las bebidas.

EROSIÓN DENTAL

Eccles en 1979 definió la erosión dental como la pérdida progresiva e irreversible del tejido duro dental por un proceso químico que no involucra la acción bacteriana. El término clínico de erosión dental o erosio dentium se usa para describir el resultado físico de la pérdida patológica crónica, localizada e indolora de tejido dental duro por acción química y/o quelación de un ácido sin intervención de bacterias.

En 1990 Jarvinen, Rytomaa y Heinonen, determinaron los factores de riesgo en la erosión dental, examinaron 106 casos con erosión dental y 100 libres de erosión comparándolos con el consumo de bebidas gaseosas, ácido cítrico, vinagre de manzana, entre otras, se observó que el riesgo de erosión dental fue más elevado en individuos quienes vomitaron o presentaban síntomas gástricos y quienes con una pérdida de estimulación de la rata de fluido salivar.

Según Inge Girk Larsen y colaboradores, en 2000, una escala fina puede clasificar y medir las erosiones dentales iniciales y avanzadas incluyendo moldes de estudio de los dientes en resina epoxica con una reproducción superficial exacta, el grado de erosión del diente se clasifica según seis grados de severidad, este sistema está bien ajustado para determinar factores etiológicos y supervisar la progresión durante un cierto periodo.

Algunos científicos han adelantado estudios sobre la erosión dental y su relación con ciertos hábitos, particularmente alimenticios. En 2002, Af-Majed, y colaboradores, analizaron los factores de riesgo de erosión dental en niños entre 5 -6 y 12 – 14 años de edad en Arabia Saudita, realizaron exámenes dentales a 1216 niños, encontraron que una erosión pronunciada en el esmalte dental o en el esmalte dental y la pulpa estaba presente en un 34% de los niños entre 5 y6 años y un 26% en los niños de 12 a 14 años, luego de la valoración clínica y de la entrevista, pudieron concluir que la erosión dental

se relaciona directamente con los hábitos alimenticios y presenta mayor frecuencia con el consumo nocturno de bebidas carbonatadas.

Según Barbour. M.E. & Rees. J.S. (2004), la erosión dental se puede definir como la pérdida irreversible de los tejidos dentales duros debido a un proceso químico y sin la inclusión de microorganismos. Este proceso se puede originar por agentes extrínsecos o intrínsecos. Varios reportes han mostrado que hay un alto predominio de erosión dentro de la población Británica y es probable que aumente pues cada vez la población conserva sus dientes por periodos mas largos, una de las principales causas de la erosión es el consumo de bebidas acidas y la mayoría de los investigadores han concluido que las técnicas utilizadas para investigar esta perdida de sustancias en los dientes durante la erosión no son exhaustivas, pero se componen de las técnicas establecidas o comparativamente nuevas que están explorando el cambio.

Hooper S., West NX, Sharif N, Smith S, North M, De'Ath J, Parker DM, Roeding-Penman A. & Addy M (2004), adelantaron un estudio donde el objetivo fue la comparación de la erosión del esmalte causada por una nueva bebida deportiva frente a dos productos de tradición , es un estudio de cruce y control in sito: siendo el objetivo medir el potencial erosivo en el esmalte de un prototipo de bebida deportiva , ocurriendo una pequeña erosión ya que contenía calcio en cambio las otras dieron negativo después de 15 días,

dándose cuenta que todo es por la tecnología que le agrega calcio con un apropiado ajuste del pH tratando de reducir la erosión pero que no interfiere en el resultado.

Por otro lado, Millosevic y colaboradores, en 2004 adelantaron estudios epidemiológicos de la corteza del diente y la erosión dental en niños de 14 años asociados a la dieta y los hábitos

ETIOLOGÍA

La etiología de la erosión dental depende siempre de la presencia de ácidos en la cavidad oral, que pueden ser de origen intrínseco, extrínseco o ideopático.

Es esencial que la etiología de la erosión sea identificada en lo posible con un manejo clínico, basado en pacientes con factores preventivos con una medida de restauración para intentar cuidar las superficies dentales.

Las superficies dentales, son muy importantes en la etiología de estos factores algunos ácidos pueden provenir de cuerpos exteriores a la superficie, estos son captados y desmineralizan el tejido dental produciendo así la erosión dental.

Factores Extrínsecos

La erosión puede estar asociada a causas extrínsecas como son la desmineralización por ácidos presentes en comidas, jugos y frutas ácidas

(Eccles and Jenkins) y medicamentos como la vitamina C (Eriksson and angmar-mansson 1986), otra causa es el trabajo ocupacional relacionado con aerosoles y metales industriales (Miller 1987) con el tiempo se detecto erosión por consumo de jugos artificiales, suplementos vitamínicos para niños y bebes, otro factor para tener en cuenta es el cloro: presente en piscinas con (ácido clorhídrico), humos de fabricas, bebidas carbonatadas y tabletas de vitaminas (C. Fred S Maron, D.M.D 1996).

Higiene Oral

La práctica de higiene oral es muy importante y contribuye a evitar los efectos futuros de destrucción dental. Los ácidos desmineralizan el esmalte y los componentes de la dentina pueden ser modificados, por eso es importante el cepillado ya que permite eliminar los ácidos de las comidas.

Los pacientes con una significativa erosión poseen una exposición de dentina que produce comúnmente sensibilidad y esto puede representar un serio problema, el uso de enjuagues fluorados pueden ayudar si se realiza con regularidad y frecuentemente un alto contenido de flúor encontrado en la pasta dental.

Prevalencia en dientes temporales

Según estudios reportados; el rango de prevaecía reportado en dentición primaria concluye que un 30% de molares primarios en niños de 5 años

padece erosión dental en la cara oclusal, el 2% de los incisivos permanentes de los niños de 14 años, mostraron erosión en la superficie incisal. En temporales la prevalencia es de 8% en superficies palatinas a los 2 años y en 52% a los 5 años con exposición dentina de un 30%.

TABLA 2. PREVALENCIA DE EROSION EN DIENTES TEMPORALES

AUTOR	SUJETO	CRITERIO Dx	PREVALENCIA
Millaward	101	Dentina expuesta	30% molares
Milosevic	1035	Dentina expuesta	30% incisal 8% oclusal
Bartlett	210	Dentina expuesta	2% inciso palatino

(Linnet,2001)

Factores Intrínsecos

Dentro de estos tenemos común mente el reflujo gastroesofágico, en pacientes discapacitados ácidos gástricos, vomito crónico, alcoholismo, desórdenes del tracto gastrointestinal, bulimia, anorexia nerviosa causando erosión dental palatina.

Posteriormente se comprobó que aunque es poco común también el masticar chicle por periodos prolongados, causa estimulación de saliva que conlleva al aumento de secreción gástrica.

EFFECTO EROSIVO

El efecto erosivo en el esmalte dentario, ha sido estudiado de diversa formas. Una de ellas en cuanto el efecto producido por tres tipos de bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima. Se evaluó la variación que experimentó la micro dureza superficial de 20 especimenes de esmalte divididos en cuatro grupos: bebida carbonatada, yogurt, néctar y un grupo control. La medición inicial de la micro dureza superficial, se hizo sometiendo 10 minutos diarios por un periodo de 5 días a la acción de una bebida, mientras el grupo control permaneció en solución fisiológica isotónica. Al cabo de 5 días, se volvió a realizar una medición de la micro dureza superficial para determinar la variación que había sufrido ésta en cada grupo. Los resultados fueron analizados a través de pruebas estadísticas como T-student, análisis de varianza Anova y prueba de comparación múltiple de Tukey HSD. Las conclusiones mostraron que hubo una disminución significativa de la micro dureza superficial del esmalte en los especimenes sometidos a las tres bebidas en estudio. La bebida que produjo mayor efecto erosivo fue la carbonatada, mientras que la de menor efecto erosivo fue el yogurt (Mas López, Ana Carolina-Rytomaa).

SALIVA: CAPACIDAD BUFFER

El efecto buffer está definido como la capacidad de resistir variación de pH entre adiciones.

La saliva tiene una capacidad de neutralizar ácidos o mejor dicho de amortiguar las variaciones de pH. Esta capacidad esta basada en varios sistemas como el sistema de fosfato y el sistema de carbonado. En la saliva no estimulada, la concentración de fosfato inorgánico es bastante mas alta que la concentración del sistema bicarbonato - ácido carbónico. El sistema bicarbonato - ácido carbónico es el más importante en la saliva estimulada debido a su mayor concentración.

El método ERICSSON, entre otros sistemas de medición es una herramienta útil para el análisis de la capacidad buffer de la saliva, como se muestra a continuación.

MÉTODO DE ERICSSON

Es el método clásico normal para determinar la capacidad buffer de la saliva.

Se requiere:

HCl : para el método de saliva no estimulada se utiliza HCl 0.0033 mol por litro; para el método de saliva estimulada se utiliza HCl 0.005 mol por litro

2-octanol

Un tubo, embudo, cronómetro, aparato electrónico (pH-meter)

Procedimiento:

1. Se colecta saliva, por el método de la saliva estimulada o no estimulada.
2. Si la saliva reunida es mixta, debe realizarse dos veces
3. 1.0 ml de la saliva se transfiere a 3.0 ml HCl (0.0033 mol por l para la saliva no estimulada, 0.005 mol por l para la saliva estimulada)
4. Para prevenir el espumando, se agrega una gota de 2-octanol
5. Se mezcla durante 20 minutos para quitar CO₂
6. El pH en la saliva se evalúa por medio del aparato electrónico (pH-meter)

DUREZA SUPERFICIAL

La dureza es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones permanentes de cualquier índole, motivadas por presiones; o capacidad que tiene la superficie de la sustancia para resistir la penetración de una punta bajo determinada carga. De la definición surge el método para medirla: se trata de penetrar o rayar una muestra del material en estudio por medio de un penetrador o endentador definido aplicando

sobre éste una carga establecida. Relacionando la carga aplicada con la magnitud de la penetración o raya puede establecerse el valor de la dureza. Cuanto mayor sea el valor de ese número mayor será la resistencia de ese material a la penetración.

El esmalte presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. Una dureza Knoop (KHN) 8 de 360-390 Kg./mm² y una dureza Vickers de 324.1 ± 87.35 Kg./mm². La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica.

Por esto representa la facilidad o dificultad que tiene un cuerpo para ser penetrado en su superficie. Los primeros test de dureza fueron basados en una escala de minerales naturales basados solamente en la habilidad de un material para rayar a otro que fuera mas blando. Por esto se diseño un esquema cualitativo, llamada escala de Mohs, el cual el numero 1 corresponde al material mas blando (talco), y el 10 al mas duro (diamante).

Cuando se produce la erosión, la desmineralización inicial está caracterizada por una superficie reblandecida con disolución de prismas periféricos sin

formación de lesión sub superficial. En este caso la micro dureza superficial es suficientemente sensitiva para lesiones superficiales ya que puede detectar estados tempranos de desmineralización (Featherstone, 1992).

Hay diversos métodos para medir la dureza. Todos se basan en el mismo principio ya descrito, la diferencia de ellos radica en el tipo de penetrador utilizado. Los métodos más exactos son los basados en el empleo de indentadores de diamante tallado en formas especiales.

Las pruebas utilizadas con mayor frecuencia son la Brinell, la Rockwell, la Vickers y la Knoop. La elección de la prueba la determina el material que se va a medir.

SISTEMAS DE MEDICION

Hay diversos sistemas para medir la dureza, aunque todos se basan en el mismo principio ya descrito. La diferencia esta en el tipo de penetrador utilizado. El cálculo se hace consultando tablas ya confeccionadas y el más utilizado es:

Sistema Vickers

En la prueba Vickers se utiliza un diamante en forma de pirámide de base cuadrada. El ángulo entre las caras de la pirámide es de 136° . Para calcular el número de dureza Vickers se divide la carga por la superficie de la

indentación. Las longitudes de las diagonales se calculan y promedian. Estos valores se trasladan a una tabla donde se obtiene el número de dureza. Ésta prueba se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles, por eso se utiliza para medir la dureza de la estructura dentaria.

Formula para la obtención de la dureza
Vickers

$$HV = \frac{2F \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1.854 \frac{F}{d^2}$$

Donde:	<p>HV: Dureza Vickers</p> <p>F: Carga (kgf)</p> <p>d: Media de las diagonales de la indentación (mm)</p> <p>α: Ángulo entre las caras opuestas en el vértice de la pirámide del indentador de diamante.</p>
--------	---

Sistema Knoop.- El indentador es un diamante tallado también en forma piramidal, pero con las aristas longitudinales formando un ángulo de 172.5° y las transversales, de 130°. De esta manera la huella dejada sobre el material en estudio tiene una forma romboidal con una diagonal mayor debido a que

en su nivel la recuperación elástica que se produce no tiene tanta importancia.

Sistema Brinell.- Se emplea como penetradora una pequeña esfera de acero. Para obtener el número de dureza de Brinell se relaciona carga aplicada con la superficie de la huella, que tiene una proyección circular y cuyo diámetro se mide con un microscopio. Tiene dos inconvenientes: el primero es que no sirve para materiales frágiles, ya que producir la huella representa superar bastante el límite proporcional, lo que no es posible en ese tipo de materiales. El otro inconveniente es que no tiene en cuenta la recuperación que se produce en el material después de retirar la esfera, es decir que no se mide la magnitud real de la penetración sino la penetración menos la recuperación que se produce cuando tiende la superficie a volver a su forma original.

Sistema Rockwell.- Es similar al Brinell, pero con el en lugar de medirse la superficie de la huella se mide la profundidad de la penetración. Ofrece menos garantías de exactitud pero el ensayo es más rápido y fácil de llevar a efecto.

Con estos dos primeros métodos, igual que con el Brinell, el número de dureza (VHN y KHN, respectivamente) se calcula relacionando la carga, que

puede variar según el material ensayado entre algunos gramos y uno o dos kilogramos, con la superficie de la huella.

Ambos son llamados también pruebas de micro dureza debido al tamaño de la carga del indentador. Y como las utilizamos para medir la dureza superficial de un cuerpo, es que utilizamos el término micro dureza superficial.

DEFINICIÓN DE PH

La definición de pH representa la concentración de iones de hidrógeno

Es decir, el pH es el logaritmo negativo de la concentración de protones o iones hidrógeno.

En alimentos, las sustancias ácidas que interesan son casi siempre ácidos débiles (HA) que se disocian dando lugar a H⁺ y A⁻. En equilibrio, la relación entre [H⁺] [A⁻] y [HA] es una constante (K_a), siendo $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$. Lo que también se puede expresar como:

$$[H^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]}$$

y, obteniendo el logaritmo negativo de ambos términos de la ecuación:

$$-\log H^+ = -\log K_a -\log[HA] + \log [A^-] \text{ ó}$$

$$pH = pK_a + \log [A^-]/[HA]$$

Si $[A^-]$ y $[HA]$ son iguales, el logaritmo de su cociente es cero, y el $pH = pKa$. En otras palabras, $pKa = pH$, cuando la concentración del ácido disociado es igual a la del ácido no disociado. Conociendo la concentración del ácido, el pH y el pKa ó Ka , se puede calcular la cantidad de ácido no disociado presente en una solución. Los ácidos fuertes tienen valores de pKa muy bajos, es decir, están casi totalmente disociados cuando están en solución. Esto supone que aportan una $[H^+]$ proporcionalmente mayor que un ácido débil. Por ejemplo, el pH (a $25^\circ C$) de una solución $0,1N$ de HCl es 1.08 , mientras que el de una solución también $0,1N$ de ácido acético es 2.87 .

NIVELES DE pH

De procesos de fabricación de gelatinas, se deducen relaciones entre concentración de azúcares y niveles de acidez. Para cada tipo de pectina y para cada valor de concentración de azúcar existe un valor de pH al cual corresponde el óptimo de gelificación. Este valor óptimo está comprendido entre límites estrechos, que van, para pectinas de alto metóxilo entre $pH=2,8$ a $3,7$. "Para valores superiores a $3,7$ (o sea para una acidez activa más débil) la gelificación no tiene lugar, mientras que para valores inferiores a $2,8$ (acidez activa más fuerte)" se produce la sinéresis, una exudación de jarabe, que debido al endurecimiento excesivo de las fibras de pectina, pierden la elasticidad necesaria para retener los líquidos del gel.

EDULCORANTES DIFERENTES AL AZÚCAR

Se han realizado estudios para comprobación de la no presencia de niveles bajos de pH en productos a los cuales se les reemplaza el azúcar con diversos edulcorantes tipo espártame.

La observación de las posibles variaciones del crecimiento y el pH in Vitro del *Actinomyces viscosus* en medio mínimo, con edulcorantes (xilitol, sorbitol, espártame, sacarina sódica, sucralosa) en concentraciones del 1%, 2%, 3%, 4% y 5%; teniendo como cultivos control, uno sin ningún tipo de edulcorante y otro con sacarosa, con el fin de analizar su potencial criogénico arrojó resultados como los siguientes. Se realizó una investigación de tipo descriptivo comparativo de diseño experimental. Se tomó como control positivo el azúcar y como control negativo el medio de cultivo sin edulcorante. El crecimiento del microorganismo se estableció a través de la turbidimetría. Los datos obtenidos se analizaron con la prueba H de KRUSKAL - WALLIS o fórmula de análisis de varianza de un factor por rangos. Se incluyó que la sacarina sódica produjo la mayor inhibición en el crecimiento del *Actinomyces viscosus*, seguida por el sorbitol. El *Actinomyces viscosus* en presencia de xilitol, sucralosa, espártame y sacarosa presentó crecimiento. El pH en todas las mediciones se mantuvo constante en 6. Esto indica la efectividad de edulcorantes como los

analizados en el sentido de la presencia de niveles inocuos de pH en la patología dentaria.

ACIDEZ

Son ácidas las disoluciones que tienen un pH menor que 7. Esto significa que su concentración de iones H_3O^+ es mayor que la de iones OH^- . Las disoluciones ácidas corroen los metales, tienen un sabor picante característico (ej.: limón, vinagre, etc.) y pueden producir quemaduras y otros daños si se ponen en contacto con la piel, cuando el pH es muy bajo.

ACIDULANTE

Aquella sustancia o mezcla de sustancias capaz de comunicar un pH ácido o intensificar el sabor ácido o disminuir el pH alcalino de los alimentos.

ALCALINIZANTE

Sustancia o mezcla de sustancias capaz de comunicar un pH básico o disminuir el pH ácido de los alimentos.

REGULADORES DE PH O DE LA ACIDEZ

Sustancias o mezclas de sustancias capaces de mantener un pH determinado en los alimentos.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General.

Establecer el efecto erosivo de cuatro dulces hiperácidos sobre el esmalte de dientes temporales valorado a través de la micro dureza superficial del esmalte dentario.

1.5.2 Objetivos Específicos.

Identificar los dulces de mayor consumo en niños de 5 a 12 años, asistentes a las clínicas de odontología pediátrica del Colegio Odontológico Colombiano entre el primer y segundo semestre de 2004.

Enumerar los ingredientes de 4 tipos de dulces hiperácidos de mayor consumo

Medir el pH de los 4 dulces hiperácidos de mayor consumo.

Evaluar la micro dureza superficial del esmalte dentario de acuerdo al efecto de 4 dulces hiperácidos.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis Nula

No existe diferencia significativa del efecto erosivo, producido por los 4 dulces hiperácidos en el estudio al evaluar la variación de la micro dureza superficial del esmalte.

1.6.2 Hipótesis Alternativa

Existe diferencia significativa del efecto erosivo, producido por los 4 dulces hiperácidos en el estudio al evaluar la variación de la micro dureza superficial del esmalte.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Experimental, In Vitro.

2.2 OBJETO DE ESTUDIO

Acción del pH sobre la micro dureza superficial del esmalte de dientes temporales.

2.3 POBLACIÓN EXPERIMENTAL

Cincuenta dientes temporales anteriores

2.3.1 Criterios de Selección:

2.3.1.1 Criterios de inclusión

- Dientes libres de caries o restauraciones
- Dientes sin anomalías en el esmalte.

- Dientes que al ser observado el esmalte al microscopio presente valores de micro dureza entre 320 – 366 Kg/ mm².

2.3.1.2 Criterios de exclusión

- Dientes con grietas o líneas de fractura

2.3.1.3 Criterios de eliminación

- Dientes que al observar el esmalte al microscopio presente grietas o fracturas

VARIABLE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACION	CATEGORÍA	ESCALA	TIPO	INST. MEDICIÓN
Edad	Medida de duración del vivir, lapso de tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el instante o periodo que se estima de la existencia de una persona	años	cuantitativo	Discreta	Independiente	Encuesta
Género	Categoría de clasificación de los seres vivos	Masculino Femenino	cualitativo	Nominal	Independiente	Encuesta
Dulce de mayor consumo	Sabor rico, agradable al paladar de predilección al consumidor	Listado de dulces	Cualitativo	Nominal	Independiente	Encuesta
Peso	Medida de la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto	Gramo	Cuantitativa	Continua	Independiente	Prueba
Dulce Hiperacido	4 tipos de dulces seleccionados mediante encuesta realizada por grupo In Vivo	Cual dulce te parece mas acido 1.Revolcón ácido de lulo 2.Hiperacido chicle mango biche 3.Colombina piolin warner BROS 4.Hiperacido chicle de maracayá	Cualitativa	Nominal	Independiente	Encuesta
ingrediente	Lo que entre en la composición de una mezcla		Cualitativa	Nominal	Independiente	Prueba
Ph	Representa la concentración de iones de hidrogeno	1 a 14	Cuantitativa	Continua	Dependiente	Pruebas pH- metro
Grado de micro dureza	Resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o sufrir deformaciones permanentes de cualquier índole.	Kg/mm2	Cuantitativa	Continua	Dependiente	Pruebas Microdurómetro
Tiempo	Periodo durante el que tiene lugar una acción o acontecimiento, o dimensión que representa una sucesión de dichas acciones o acontecimientos. El tiempo es una de las magnitudes fundamentales del mundo físico	5 y 15 minutos durante 5 días	Cualitativa	Nominal	Independiente	Pruebas

2.5 MUESTREO

Aleatorización, en 4 grupos experimentales distribuidos así:

- Grupo 1: 10 dientes: amarillo
- Grupo 2: 10 dientes: verde
- Grupo 3: 10 dientes: rojo
- Grupo 4: 10 dientes: azul

Y un grupo control así:

- Grupo 5: 10 dientes: negro

2.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FASE I

Anexo A. Instrumento de encuesta a niños atendidos en la clínica

FASE II

Anexo B. Principales empresas productoras de dulces

FASE III

Anexo C. Laboratorios de análisis de la facultad de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

2.7. MATERIALES Y METODOS

El estudio adelantado fue de tipo Experimental, In Vitro. El muestreo fue por Aleatorización, en 4 grupos experimentales distribuidos así: Grupo 1: 10 dientes: verde; Grupo 2: 10 dientes: azul; Grupo 3: 10 dientes: amarillo; Grupo 4: 10 dientes: rojo; Y un grupo control así: Grupo 5: 10 dientes: negro.

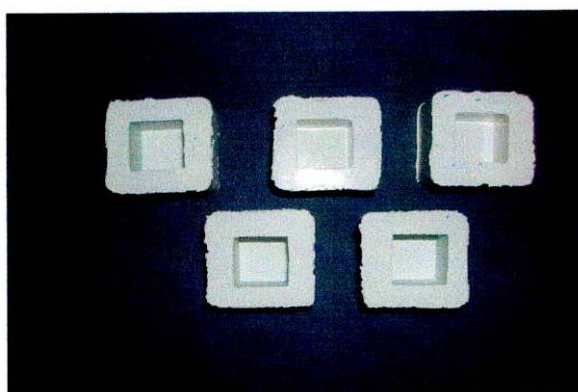
Se realizaron encuestas a niños asistentes a la clínica odontopediátrica del C.O.C, por el grupo de investigación para determinar los dulces hiperácidos de mayor consumo. Luego para tabular los datos se utilizaron materiales como: Encuesta estructurada, esferos, hoja de cálculo Microsoft Excel 2000 y procesador de Texto Microsoft Word 2000.

Paso segundo se realizó un análisis químico de los dulces elegidos por los niños donde se determinó el peso de cada dulce en la balanza magnética, se maceraron con mano y mortero cada dulce para obtener 4,5gr de cada dulce. Se disolvió cada dulce en treinta milímetros de agua ionizada. Se agitó cada solución en una plancha magnética de agitación por treinta minutos en dos sesiones cada una de quince minutos. Se filtró cada solución con papel de filtro para separar las partículas insolubles, se determinó el pH de cada dulce realizando lecturas por triplicado en un rango de 45 minutos cada una.

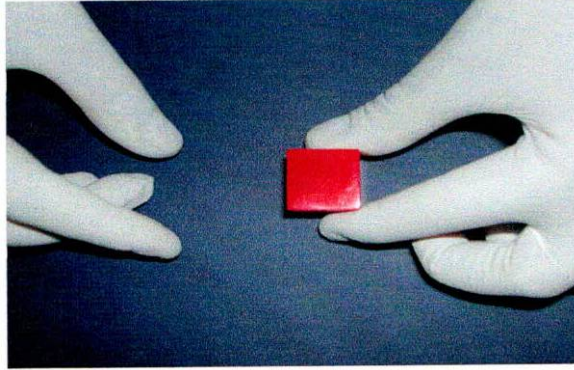
Se emplearon materiales como: guantes, tapabocas, esferos, pinzas

algodoneras, dulces hiperácidos, mano y mortero de cerámica, balanza analítica, plancha de agitación magnética, papel de filtro (Scheicher & Schull S & S), potenciómetro o pH metro(meter Basic 20 CRISON), embudos de vidrio, imán, soluciones calibradores de pH entre 4 y 7, pipeta dosificadora, hoja de bisturí, cronómetro, papel toalla, calculadora, agua ionizada, Hoja de cálculo Microsoft Excel y procesador de Texto Microsoft Word.

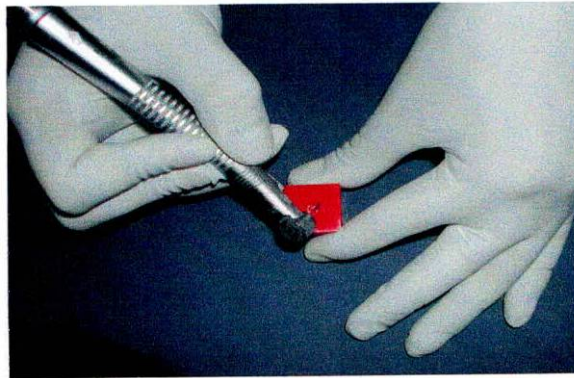
Posteriormente se realizó el análisis de microdureza a dientes temporales próximos a exfoliar sin anomalías de esmalte, caries, restauraciones y que presentaran valores de dureza del esmalte entre 320 – 366 Kg/mm². Se realizó un corte transversal a cada uno de los dientes seccionando cada una de las caras vestibulares, se elaboró un patrón (cubo) en resina con medidas de 2X2 cms, se elaboraron cinco moldes a partir de patrón en silicona HSII RPV distribuidor ERA, Se preparó resina 856 distribuidor ERA con sus respectivos colorantes (Amarillo, verde, azul, negro y rojo) Activando su polimerización con Meck.



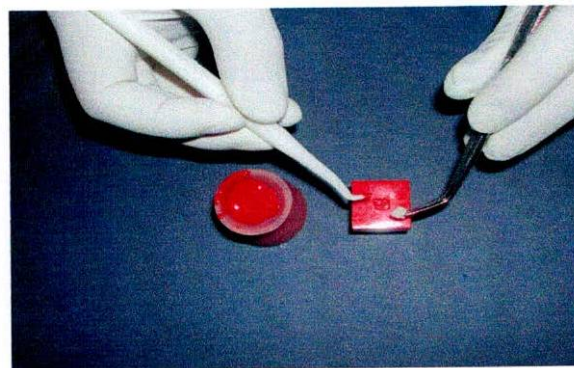
Fotografía 1. Molde de silicona



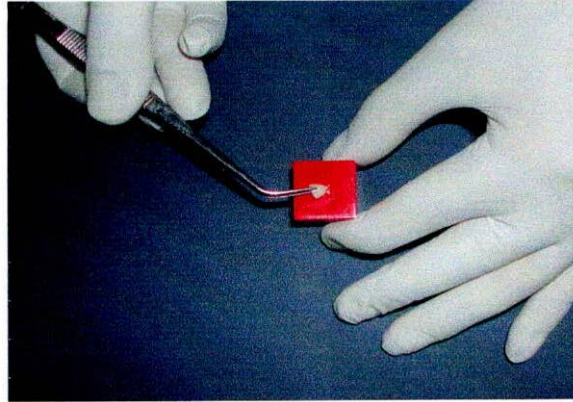
Fotografía 2. Cubo fabricado en resina 856, distribuidor ERA



Fotografía 3. Cubo perforado para montaje del diente



Fotografía 4. Aplicación de resina 856, distribuidor ERA.



Fotografía 5. Montaje de diente

Se realizaron vaciados en cada uno de los moldes. Se lijaron, Se pulieron y brillaron cada uno de los porta muestras (cubo). Luego se lavó cada diente con cepillo dental y agua destilada. Se almacenaron en agua ionizada cambiándolos una vez por semana. Se sumergieron las muestras en solución dulce por 5, 15 minutos dos veces al día lavándolos con agua ionizada después de cada inmersión durante los 5 días.



Fotografía 6. Diente en porta objeto sumergido en cada solución



Fotografía 7. Lavado en agua ionizada.

Se uso el método de dureza vickers mediante un micro durimetro. Se programó para aplicar una carga de 100g durante un tiempo de 15 segundos. Se llevo a cada bloque para poder tomar la micro dureza inicial y final después de los 5 días, a los 50 dientes finalmente, se tabuló toda la información obtenida.



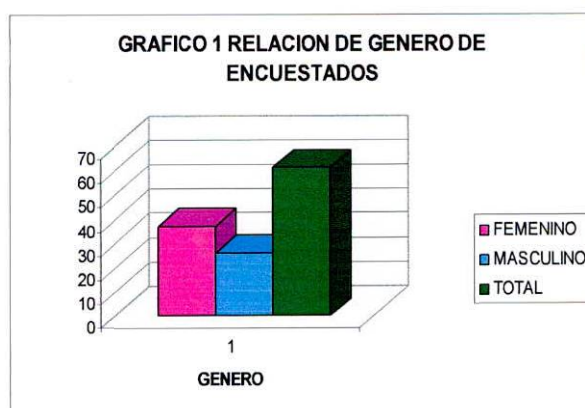
Fotografía 8. Microdurómetro meter Basic 20 CRISON

Para realizar este procedimiento se utilizaron los siguientes materiales: Guantes, Tapabocas, Esferos, cepillo dental, pinzas algodóneas, dulces hiperácidos, Microscopio metálico gráfico marca (Leco 500), Durometro marca (Leco M400- G2), Cámara fotográfica (Sony), Pieza de alta velocidad marca (Kavo Alemana), Recipientes estériles de 100 ml, Pipeta dosificadora, vasos dappen de silicona, Espátulas metálicas, Resina hepoxica Ref. 856 distribuidores ERA, Platinas de vidrio, Hoja de bisturí 11, Cronometro, Jeringa triple, Papel toalla, fresas de diamante, Discos de corte ultratim, Fresa de refrigeración, Calculadora, Agua ionizada, Silicona HSII RPV distribuidor ERA, Colorantes ERA (Amarillo, azul, rojo, verde y negro), Activador Meck, Hoja de cálculos Microsoft Excel 2000 y Procesador de texto Microsoft Word 2000

3. RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación fueron obtenidos luego de seguir minuciosamente la metodología anteriormente descrita.

La encuesta realizada a los 61 niños mostró los siguientes datos:



El gráfico 1, muestra la relación entre el género y número de encuestados

Los dulces que se reportaron de mayor preferencia fueron:

DULCE	Cantidad	%
1. Hiperácido chicle de maracayá	26	42.6%
2. Súper hiperácido mango biche	17	27.8%
3. Revolcón ácido de lulo	13	21.3%
4. Colombina piolin warner bros	3	4.9%
Otros	2	3.4%



El gráfico 2, el porcentaje de niños consumidores de cada dulce

El análisis químico dio los siguientes resultados:

Ingredientes de los cuatro dulces de mayor consumo:

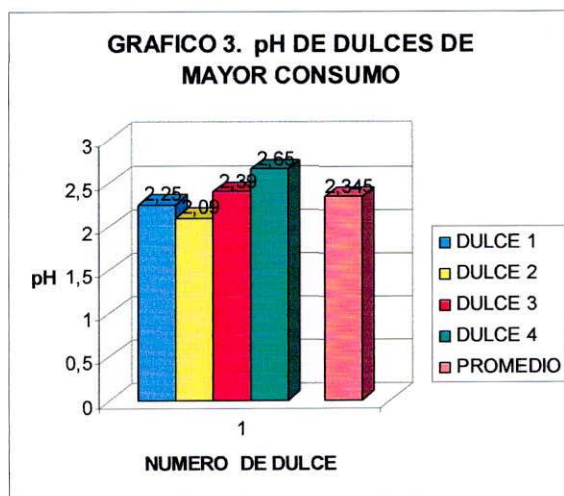
TABLA 3. COMPONENTES DE LOS DULCES HIPERACIDOS

Compuesto	1	2	3	4
Azúcar	✓	✓	✓	✓
Glucosa	✓	✓	✓	✓
Goma base	✓	✓	✓	✓
Ácido cítrico	✓	✓	✓	✓
Dextrosa	✓	✓	-	-
Sabores artificiales	✓	✓	✓	✓
Glicerina	✓	-	-	-
Colorante artificial	✓	✓	✓	✓
Tarzatina	-	✓	-	-
Almidón	-	✓	-	-
Lectina	-	-	✓	-
Agua	✓	✓	✓	✓
Aceite vegetal	-	-	✓	-
Gelatina	-	-	✓	-
Esencias artificiales	✓	✓	✓	✓
Sal yodada	-	-	✓	-
Lectina de soya	-	-	✓	-
Dextrina	-	-	✓	-
Dioxiido de titanio	-	-	-	✓

El peso en gramos de cada uno de los dulces fue:

TABLA 4. PESO EN GRAMOS DE CADA DULCE

Dulce	Peso
1	6.88gr
2	10.37gr
3	4.50gr
4	17.97gr



El gráfico 3, muestra el pH para los dulces estudiados, donde se observa que el pH más bajo es el del dulce (2) super hiperácido de mango biche con un pH de 2,09, seguido por el dulce (1) hiperácido chicle de maracayá con un pH de 2,25, seguido del (3) revolcón ácido de lulo con un pH de 2.39 y finalmente el (4) con un pH de 2,65, el promedio de pH fue de 2,34

Los datos obtenidos luego del análisis de microdureza utilizando la escala de Microdureza Vickers (HV) a una carga de 100 gramos fuerza y tiempo de 15 segundos se encuentran consignados en la tabla 5 y como anexos al presente trabajo escrito.

TABLA 5. DATOS DE MICRODUREZA

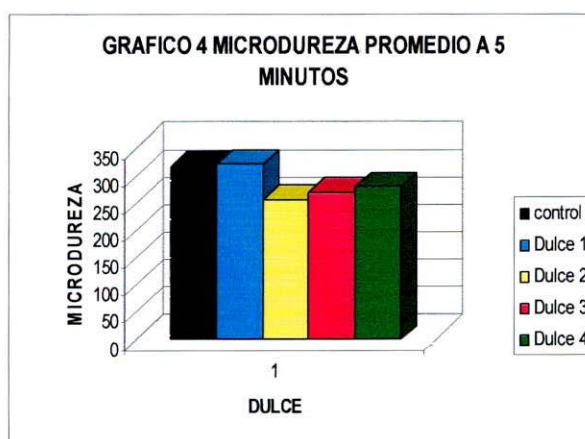
Grupo	DIA 1		DIA 2		DIA 3		DIA 4		DIA 5	
	5'	15'	5'	15'	5'	15'	5'	15'	5'	15'
1	334	325	308	290	360	283	306	305	323	287
2	331	62	60	291	325	231	253	256	315	295
3	247	298	208	304	283	320	274	302	314	344
4	259	287	281	285	306	280	283	270	261	264
5	250	344	389	315	331	331	329	266	329	342

Se verificó la variable de microdureza con la prueba Kolmogorov Smirnov y con el gráfico de normalidad Q-Q Plot (anexo gráfico), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para la microdureza en cada uno de los tiempos, 5 y 15 minutos donde a los 5 minutos la diferencia entre los dulces fue de $p=0,228$ y a los 15 minutos de $p=0,036$ con un valor de significancia de 0,05 como lo muestra la tabla 8.

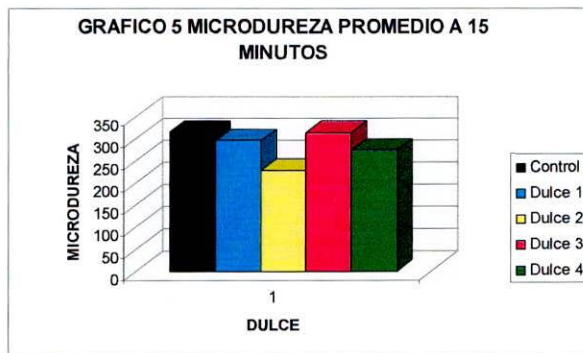
TABLA 6. VARIANZA DE MICRODUREZA (ANOVA)

Tiempo		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
15 Minutos	Between Groups	27936,640	4	6984,160	3,179	,036
	Within Groups	43937,200	20	2196,860		
	Total	71873,840	24			
5 Minutos	Between Groups	22192,160	4	5548,040	1,544	,228
	Within Groups	71875,600	20	3593,780		
	Total	94067,760	24			

En cuanto a la microdureza se encontró los siguientes resultados:

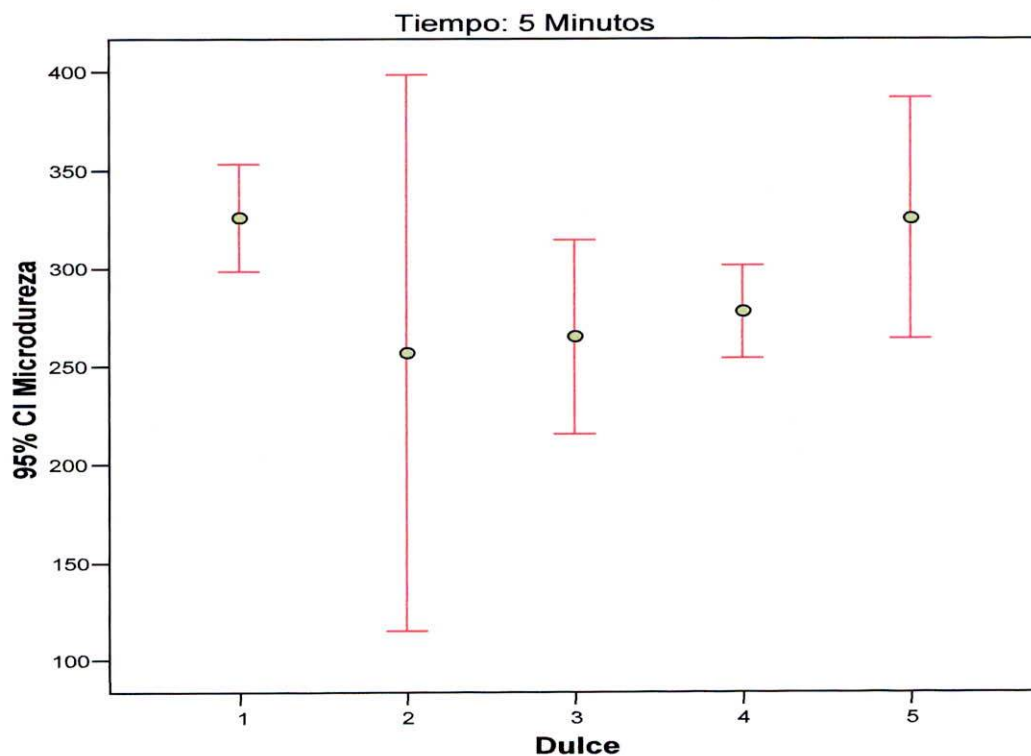


El gráfico 4 muestra los valores promedio inicial de microdureza para todos los dulces a un control de 5 minutos, se observa que para el control el valor es de 323, para el dulce 1 es de 314,4, el dulce 2 es de 255, el dulce 3 es de 271,8 y el dulce 4 es de 279,8.



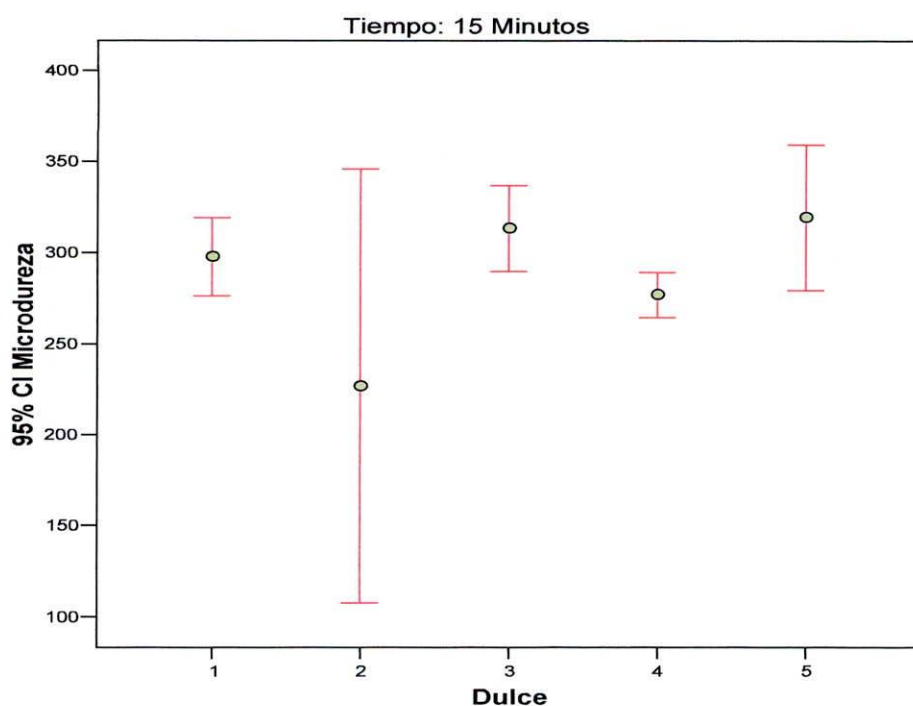
El gráfico 5 muestra los valores promedio iniciales para los dulces estudiados a un control de 15 minutos, los valores son los siguientes: control 311,4, dulce 1 es de 293, dulce 2 es de 277, dulce 3 es de 313,2 y el dulce 4 es de 270,2

GRAFICO 6. DESVIACION DE MICRODUREZA A 5 MINUTOS



El gráfico 6 muestra el promedio \pm la desviación a los 5 minutos, en el dulce 1 fue $\pm 22,095$, en el dulce 2 fue $\pm 114,334$, el dulce 3 fue de $\pm 39,934$, el dulce 4 fue de $\pm 19,157$ y el control fue de $\pm 49,465$.

GRAFICO 7. DESVIACION DE MICRODUREZA A 15 MINUTOS



El gráfico 7 muestra el promedio \pm la desviación a los 15 minutos, en el dulce 1 fue $\pm 17,234$, en el dulce 2 fue $\pm 95,919$, el dulce 3 fue de $\pm 18,942$, el dulce 4 fue de $\pm 9,884$ y el control fue de $\pm 32,098$.

4. DISCUSION

El consumo de dulces hiperácidos ha aumentado considerablemente dentro de la población infantil sin que hasta el momento se tenga un concepto claro de la incidencia de dicha acidez con respecto a la erosión dental y a la pérdida de microdureza dental. Según los estudios adelantados por Bartlett & Cowart 2001, Dexter & García 1997, Eisenburger et al 2000 , Pontefract H. Hughes J. Y Yates R, 2001 y Hoopers et al 2004, en la erosión dental, influyen variedad de factores como sexo, edad, raza, área geográfica, cultura, higiene oral y dieta, dentro de ésta última se puede considerar el consumo de alimentos y bebidas altamente ácidas como es el caso de los dulces hiperácidos.

Es importante tener en cuenta que la población que con mayor frecuencia consume dulces hiperácidos es la infantil, por lo cual el riesgo de aumentar el potencial erosivo y la presencia de caries en la dentición permanente se incrementa con el consumo de dichos dulces, según Moazzez, Smith & Bartlett en 2000, “las lesiones erosivas del esmalte progresan 1 – 5 veces más rápido en el esmalte temporal que en el permanente, atribuyéndosele a la estructura y composición química del esmalte permanente y temporal” , por otro lado, Hunter y colaboradores en 2000, sostiene que los tejidos duros de

la dentición temporal son más susceptibles al desarrollo de erosión dental, en 2002, Af-Majed, y colaboradores, analizaron los factores de riesgo de erosión dental en niños pudieron concluir que la erosión dental se relaciona directamente con los hábitos alimenticios.

Además de un factor muy importante, que en la actualidad debe tenerse en cuenta: la frecuencia ingesta / tiempo en el pH de la saliva, según O'sullivan 2001 los patrones del pH salival difiere entre sujetos con y sin erosión después de ingerir sustancias ácidas, ésta condición puede deberse a las diferencias en los hábitos alimenticios, pues por lo general el pH de la saliva tiende a ser más básico que ácido y una ingesta ácida afecta el equilibrio del pH salival.

La saliva tiene una capacidad de neutralizar los ácidos o mejor dicho de amortiguar las variaciones de pH. Sin embargo una ingesta de ácido cítrico que es el compuesto ácido de los dulces estudiados, puede reducir el pH salivar disminuyendo su capacidad buffer y favoreciendo la erosión dental y pérdida de la microdureza superficial del diente, según O'sullivan en 2000 entre los factores que afectan la capacidad buffer de la saliva y favorecen la erosión dental se encuentran la ingesta de alimentos altamente ácidos, por otro lado, Pontefract H. Hughes J. Y Yates R en 2001, consideran que dentro de los factores de riesgo que favorecen la erosión dental se encuentran tanto

los alimentos ácidos como el tiempo de ingesta, comenzando la desmineralización por el esmalte dental que es la capa más superficial del diente; los dulces estudiados así como algunas bebidas deportivas tienen un pH bajo y contienen azúcares, compuestos que favorecen la acidulación de la saliva y con un consumo frecuente pueden ocasionar pérdida de la superficie dental.

Los dulces estudiados se encuentran en rangos de pH muy por debajo del punto de neutralidad 7, pues todos se encuentran por debajo de pH 2.7, llegando a valores mínimos de pH 2.08 como el dulce 2, ésta cualidad propia de los dulces hiperácidos favorece la erosión del esmalte dental y la pérdida de microdureza, sin embargo se debe tener en cuenta el tiempo que el rango de acidez del dulce permanece activo, pues el equilibrio de la desmineralización superficial y la pérdida superficial se alcanza después de cierto tiempo sí el valor de pH de la sustancia erosiva se aumenta, por lo tanto, las bebidas o los alimentos ácidos pueden causar una pérdida superficial erosiva si el tiempo de contacto es suficiente, en el estudio In vitro adelantado por Hunter y colaboradores en 2000 encontraron que la dentición temporal es más susceptible que la temporal, a la erosión causada por la ingesta de bebidas ácidas relacionada directamente con el tiempo de ingesta de dichas bebidas, de esta manera entre más ácida la sustancia mayor factibilidad de erosión dental y pérdida de los tejidos dentales duros, comenzando por el desgaste del esmalte dental.

El efecto del pH ácido presenta una dependencia lineal con el tiempo, una solución altamente ácida como la de los dulces hiperácidos puede ser comparada con sustancias menos ácidas pero con mayor tiempo de exposición

Rytoma y colaboradores estudiaron diferentes bebidas de consumo habitual y encontraron que: in Vitro las bebidas con un pH sobre 4 no causaron erosión, mientras que los productos con un pH menor a 4 causaron diferentes grados de erosión, por lo que se puede asumir que el efecto causado por los dulces hiperácidos puede ser bastante significativo para los consumidores frecuentes de los mismos pues el rango de pH de dichos dulces se encuentra muy por debajo de los valores establecidos por Rytoma, para Moazzez R, Smith B.G.N Y Bartlett D.W, 2000, el pH oral y la ingesta frecuente de bebidas carbonatadas así como de sustancias ácidas de pH menores a 6, tienen relación directa con la erosión dental.

Según Eisenburger et al, existe una desmineralización del esmalte donde se debilita la superficie por erosión dietética donde los valores de pH varían entre 4,5 y 6,5, y el período de ataque es prolongado y efectos similares se podrían esperar para la fricción y la erosión cuando se mastican alimentos ácidos, como es el caso de los dulces hiperácidos donde el pH es altamente ácido, incluso más bajos que los planteados por Eisenburger en su estudio

siendo el más ácido el dulce 2 con pH de 2.09, seguido del dulce 1 con pH de 2,25, luego por el dulce 3 con pH de 2,39 y finalmente el dulce 4 con pH de 2,65

Múltiples estudios han procurado establecer la incidencia de los ácidos dietéticos en la presencia de erosión dental; Larsen & Bruun en 1998 estudiaron algunas reacciones químicas inorgánicas sobre el esmalte dental y la saliva y encontraron como ácidos dietéticos influyen directamente sobre la erosión dental. Se han identificado al ácido ascórbico y al ácido cítrico contenido en todas las clases de bebidas, bebidas deportivas y caramelos como una causa significativa en la erosión extrínseca, la presencia de ácido cítrico en los dulces objeto de estudio, hace más evidente la disminución del pH de la saliva al momento de la ingesta de dichos caramelos, sin embargo se deben tener en cuenta otros factores determinantes e igualmente importantes dentro de la erosión dental, como lo son , la capacidad buffer, temperatura e historial de erosión, entre otros, como lo indican estudios adelantados por West, Hughes & Addy en 2001, en los cuales demostraron como la temperatura, la concentración de ácido y el tiempo de exposición de sustancias ácidas sobre el esmalte dental son factores determinantes en la erosión dental.

Otro estudio adelantado por Larsen y Bruun, demostró que el esmalte dental puede sufrir lesiones graves en cuanto a su microdureza cuando es expuesto a pH inferiores a 4 esta situación puede ocurrir clínicamente cuando los niveles de pH salival son inferiores a 4,5 por medio del consumo de frutas o bebidas ácidas, en el caso de los dulces estudiados, el pH es muy inferior a 4, sin embargo el análisis de microdureza no demostró pérdida significativa a los 5 minutos, situación contraria a los 15 minutos donde se presentó un incremento en la pérdida de microdureza superficial West. N.X., Hughes. J.A. & Addy. M. en 2000, y West N.X., Hughes J.A. & Andy en 2001, evaluaron la erosión causada al esmalte dental y la dentina por ácidos dietéticos, como el ácido cítrico, encontrando que a un pH ácido el esmalte sufre desgaste, sin embargo éste desgaste aumenta con el tiempo de exposición y el número de immersiones a las sustancias ácidas como el jugo de naranja u otros jugos cítricos.

La disolución del esmalte dental humano se ve afectado con una exposición a ácido cítrico como función del pH en el rango 6.30 – 2.30, Según Eisemburger. M. & Addy. M. (2001), el efecto de varios valores de pH para el ácido y diferentes periodos de erosión en la profundidad de las lesiones y la desmineralización de la sub superficie del esmalte humano, estudios más antiguos como el adelantado por Mccay CM. WILL L, en 1949 comprobaron que existe una relación directa entre la erosión dental y la ingesta de ácidos dietéticos como el fosfórico, sin embargo Maupome, G., Aguilar ,Avila, M.,

Medrano, Ugalde, H.A., Borges & Yañez, A en 1999 sostienen que el consumo de bebidas carbonatadas como la Coca-cola no representan un riesgo significativo en cuanto al desgaste del esmalte dental y pérdida de microdureza superficial de hecho sostienen que es mayor el efecto causado por bebidas como el jugo de naranja natural, o de otras frutas que contienen ácido cítrico o fosfórico, como es el caso de los dulces hiperácidos cuyo compuesto acidulante principal es el ácido cítrico.

La lesión erosiva es el resultado de la disolución química de la sustancia dental por agentes químicos; en este tipo de lesiones se observa la pérdida de las capas del esmalte del exterior hacia el interior; ya que esta circunstancia está caracterizada por subsaturación de los dulces hiperácidos en relación con la hidroxiapatita, en la lesión erosiva se puede observar la pérdida de las capas del esmalte del exterior hacia el interior. La disolución del esmalte puede ser el resultado de dos situaciones químicas diferentes. En una, la fase acuosa que rodea el diente se encuentra subsaturada en relación con la hidroxiapatita y supersaturada en relación con la flúorapatita. Para Cárdenas, 2003, los experimentos de laboratorio han mostrado que cuando el esmalte está expuesto a un pH de 4.5 - 5.0 el cual está hiposaturado con respecto a hidroxiapatita y flúorapatita, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión natural, esta situación existe en la saliva a un nivel de pH más bajo de 4.5 y puede ocurrir localmente sobre las superficies del diente en

conexión con el consumo de frutas y bebidas ácidas como es el caso de los chicles hiperácidos cuyo pH se encuentra por debajo de 3,0. y pudo ser comprobado con la pérdida de microdureza encontrada a los 15 minutos de control, según Barbour y colaboradores, en 2003, la disolución del esmalte dental humano en ácido cítrico como función del pH en el rango 6.30 – 2.30, utilizando la técnica de nanoindentación, encontraron cambios significativos en la dureza del esmalte y el módulo de elasticidad reducido después de la exposición a las soluciones ácidas.

En cuanto a la composición de los chicles hiperácidos se puede decir que el principal agente causante de la erosión dental es el ácido cítrico, pues en 1995, Kichuel y colaboradores evaluaron el efecto de las gomas de mascar sobre el pH de la placa y cambios en la sacarosa, se encontró que la respuesta del pH antes, durante y después de mascar gomas, no presentó ningún efecto, el pH no tuvo variaciones significativas, pasó de 6,29 a 6,71, en general se observó que ningún chicle o parafina reporta algún efecto benéfico con respecto al pH de la placa luego de cambios en la sacarosa, sin embargo con gomas hiperácidas si se encontró variaciones en la microdureza luego de 15 minutos, asociada a la presencia de carbohidratos fermentables como el azúcar y la glucosa y sumada con la presencia de ácido cítrico, se observó que las diferencias de microdurezas más notorias las presentó el dulce 2, cuyos dos únicos compuestos que difieren de los demás dulces fueron el almidón y la tartazina, sin embargo los valores de

microdureza se encuentran por debajo (60,62) de los parámetros de microdureza establecidos.

El método de medición de la microdureza Vickers es una prueba que se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles, por eso se utiliza para medir la dureza de la estructura dentaria, el esmalte presenta una dureza que equivale a una dureza Vickers de $324.1 \pm 87.35 \text{ Kg./mm}^2$, rangos entre los que se encuentran todos los dulces estudiados tanto a los 5 como a los 15 minutos, a excepción del dulce 2 que se encontró por debajo del rango (60, 62), antes y después del control. Sorvari, R., Meurman, J.H., alakuujala, P., Frank, R.M. 1994 estudiaron el efecto del fluoruro sobre la erosión dental ,donde la micro dureza fue medida usando un diamante Vickers, donde se dieron cuenta que el tratamiento del esmalte con fluoruro tópico antes de ser atacados con una solución acida puede inhibir la erosión inicial, porque los resultados mostraron que aumento los valores de dureza del esmalte y la inhibición subsiguiente al debilitamiento los cuales fueron altamente significativos.

5. CONCLUSIONES

La microdureza superficial del esmalte dental no presenta una disminución significativa a los cinco minutos de control a pH bajos como los presentados por los dulces hiperácidos.

A los 15 minutos del control la microdureza superficial presenta una disminución más significativa que a los cinco minutos a pH reducidos como los presentados por los dulces hiperácidos.

Este estudio demostró que el esmalte se desgasta a un pH ácido en un periodo de control de 15 minutos de prolongación, sin embargo es necesario tener en cuenta factores de riesgo como la dieta, tiempo de exposición a la sustancia ácida e higiene oral.

La susceptibilidad dental a la pérdida de microdureza superficial luego de una exposición a sustancias altamente ácidas aumenta en consideración al tiempo de exposición, como lo muestra la reducción de la microdureza superficial a los 15 minutos.

Se asume que la acción de la glicerina podría influir en el efecto del pH sobre la microdureza dental, pues se demora más en diluirse lo que hace que permanezca más tiempo en contacto con la sustancia dental, sin embargo los resultados no muestran una diferencia significativa entre el dulce 1 que fue el único que contenía glicerina y los restantes, por otro lado, se observó que el dulce 3 fue el único que presentó valores de microdureza que diferían significativamente de los demás.

La susceptibilidad del esmalte dental que puede desencadenar en erosión dental es de gran importancia clínica por lo cual es importante prevenir a la población que se encuentra más propensa al consumo de los dulces hiperácidos que en este caso es la población infantil.

El pH altamente ácido de los dulces hiperácidos influencia la erosión dental y aumenta el peligro de pérdida de microdureza superficial.

6. RECOMENDACIONES

Adelantar estudios que evalúen los efectos causados por dulces hipérácidos sobre la microdureza dental, a mayor escala y con diferentes rangos de tiempo.

Determinar otros factores de riesgo que causen erosión dental y pérdida de microdureza, diferentes al pH.

Promover campañas de prevención en cuanto al consumo excesivo de dulces hiperácidos especialmente por parte de la población infantil, la cual aparentemente es más susceptible a la erosión dental.

Educar a la comunidad en cuanto a cerciorarse de los ingredientes que vienen gravados en las etiquetas de los dulces hiperácidos y sus efectos sobre los tejidos duros de los dientes.

Determinar mediante nuevos estudios, la incidencia de los ingredientes que componen los dulces hiperácidos, relacionados con el pH y sustancias altamente cariogénicas.

Comparar los resultados de éste estudio In Vitro con estudios In Vivo, para establecer el potencial buffer de la saliva o los verdaderos efectos erosivos del pH sobre la microdureza dental.

BIBLIOGRAFÍA

AMAECHI, B.T., HIGHAM, S.M. & EDGAR, W.M. Factors influencing the development of dental erosion in vitro: enamel type, temperature and exposure time. *Journal of Oral rehabilitation* 1999; 26:624-630.

BARBOUR, M.E., PARKER, D.M., ALLEN, G.C., JANDT, K.D. Human enamel dissolution in citric acid as a function of pH in the range 2.30-pH-6.30- a nanoindentation study.

BARTLETT, D.W. & COWART, P.Y. Comparison of the erosive potential of gastric juice and a carbonated drink in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation* 2001;28:1045-1047.

BARBOUR, M.E. & REES, J.S. The laboratory assessment of erosion: a review. *Journal of Dentistry* 2004;32:591-602.

COMBE E. *Materiales Dentales*. Editorial Labor. España 1990.

8. CRAIG. O'BRIEN. POWERS. *Materiales Dentales* 6 ed. Editorial Mosby. España 1996.

DELGADO, Jorge E., et. al. Comparación del crecimiento in Vitro del *actynomyces viscosus* con edulcorantes. Universidad Javeriana, 2002

DEXTER P. , GARCIA GODAY F. , boj J.R. Surface hardness of a resin composite cured with a transparent cone. *Pediatr Dent.* 1997. 19 (16): 419-420.

EISEMBURGER, M. & ADDY, M. Evaluation of pH and erosion time on desmineralization. *Clinic oral Investigation* 2001;5:108-111

EISEMBURGER, M., HUGHES, J., WEST, N.X., JANDT, K.D., ADDY, M. Ultrasonication as a Method to Study Enamel Desmineralisation during Acid Erosion 2000;34:289-294

SANCHEZ, G., PRELIASCO, V. Boletín de la Asociación Argentina de Odontología para niños. Implicancia del efecto buffer de bebidas nacionales de consumo frecuente en niños en los procesos de caries y erosión dental, 2000 pp. 16-19

GOMES DE FERRARIS, M.E., CAMPOS MUÑOZ, A. Histología y embriología buconental. Editorial medica Panamericana, Madrid – España, 1999

HOOPERS, S., WEST, N.X., SHARIF, N., SMITH, S., NORTH, M., DEATH, J., PARKER, D.M., ROEDING-PENMAN, A. & ADDY, M.A. A comparison of enamel erosion by a new sports drink compared to two proprietary products: a controlled, crossover study in situ. *Journal of dentistry* 2004;32:541-545

HUNTER ML., WEST. NX., HUGHES. JA., NEWCOMBE. RG. & ADDY. M. Erosion of deciduous and permanent dental hard tissue in the oral environment. *Journal of Dentistry* 2000;28:257-263

HUNTER ML., WEST. NX., HUGHES. JA., NEWCOMBE. RG. & ADDY. M. Relative susceptibility of deciduous and permanent dental hard tissues to erosion by a low pH drink in vitro. *Journal of Dentistry* 2000;28:265-270

LAROUSSE. *El Pequeño Larousse Interactivo*, 2000

LARSEN, M., BRUUN, C. Esmalte-Saliva - Reacciones químicas inorgánicas. In: THYLSTRUP, A; FEJERKOV, O. *Tratado de cariología*, 2da. RJ, 1998

LARSEM, M.J. Prevention by Means of Enamel Erosion as Caused by Soft Drinks and Orange Juice

LENNETT, Viviane. Dental erosion in children a literature review. *Pediatric dentistry*, 2001

LUISSI, A. JAGGI, T. SCHARER, S. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. Caries Res. 1993;33:140-147

MAUPOME, G., AGUILAR – AVILA, M., MEDRANO – UGALDE, H.A., BORGES – YAÑEZ, A. In vitro Quantitative Microhardness Assessment of Enamel with Early Salivary Pellicles after Exposure to an Enamel Cola Drink 1999;33:140-147

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

MINISTERIO de salud resolución 4126 de 1991. Por la cual se regula el título V, alimentos de la Ley 079 de 1979

MOAZZEZ R, SMITH B.G.N y BARTLETT D.W. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. En: journal of Dentistry. 2000. 28 pp. 395 – 397.

PONTEFRACT H. HUGHES J. y YATES R. Newcombe RG Addy M: the erosive effects of mouthrinses on enamel. Journal of clinical periodontology, 2001

RESOLUCION 11488 de 1984, agosto 22 de 1984. Por la cual se dictan normas en lo referente a procesamiento, composición requisitos y comercialización de los alimentos infantiles, de los alimentos o bebidas enriquecidos y de los alimentos o bebidas de uso dietético. Ministerio de Salud. Condiciones especiales del alimento para niños lactantes, art. 15

REVISTA La Nota Económica. Vademecum de Mercados 2003, pp. 60 y 67-68

RYTOMAA I. MEURMAN JH. KOSKINEN J. LAAKSO T. GHARAZI L. TURNER R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. Scand J Dent Res 1988; 96: 324-

SHAW Linda. Childhood asthma and dental erosion. Journal of dentistry for children, 2000.

SMITH A., SHAW L. baby fruit juices and tooth erosion. Brit dent J 1987.

SORVARI, R., MEURMAN, J.H., ALAKUIJALA, P., FRANK, R.M. Effect of fluoride Varnish and Solution on Enamel Erosion in vitro 1994;28:227-232

SUPERINTENDENCIA de Industria y Comercio, www.sic.gov.co/ Estudios/Banco%20Patentes/ Monitoreo_ dulces_ beneficos_ salud_ oral

O'SULLIVAN E.A Y CURZON M.E.J. Salivary factors affecting dental erosion in Children. En: Karger AG, Basel, Caries Res, 2000; 34 : 82 – 87.

O'SULLIVAN B. Dental erosion associated with the use alcopop a case report. British Dental Journal, 1998

TAPIA, M., Alzamora, S., Welte, J., Minimally Processed High Moisture Fruit Products by Combined Methods: Results of a Multinational Project. WELTE, J., Vergara, F., López-Malo, A., Minimally Processed Foods: State of the Art and Future. En: Fito, P., Ortega, E., Barbosa, G., editores, Food Engineering, 2000; Ed. Chapman & Hall, (EU), 1996. [http:// www.geocities.com/ ohcop/ pehachey](http://www.geocities.com/ohcop/pehachey)

TURSSI, C.P., FARAONI, J.J., RODRIGUES, A.L., SERRA, M.C. An in situ Investigation into the Abrasion of Eroded Hard Tissues by a whitening Dentrifice 2004;38:473-477

WEST. N.X., HUGHES. J.A. & ADDY. M. Erosion of dentine and enamel in Vitro by dietary acids: the effect of temperatura, acid carácter, concentration and exposure time 2000;27:875-880

WEST N.X., HUGHES J.A. & ANDY M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation* 2001;28:860-864

Willems G. Lambreccht P. , Braem M. , Vanherle G. Composites resin in the 21 century. *Quintessence Int*, 1993. 24 (9): 641-658

www.odontocat.com/cardesca.htm

www.monografias.com/trabajos14/dietasalud/dietasalud

www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/71180/teoria/obmerm/p3.

ANEXOS

Anexo A. Instrumento de encuesta a niños atendidos en las clínicas de odontopediatría del COC

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO			
ANÁLISIS DEL PH EN DULCES DE MAYOR ACEPTACIÓN INFANTIL			
No. _____	ENCUESTA A NIÑOS PACIENTES DEL COC	Edad del niño(a) (años y meses): _____	
Favor marcar con X cada opción de respuesta			
Nombre del niño (a):	Padres:	Dirección:	Teléfono:
<p>La presente encuesta busca identificar el pH de dulces de mayor consumo en pacientes de 5 a 12 años, atendidos en las clínicas de odontopediatría del Colegio Odontológico Colombiano durante el primer semestre de 2004.</p> <p>La información aportada por el encuestado es de carácter reservado y será sólo utilizada con fines académicos de carácter interno sin ninguna validez legal para efectos diferentes.</p> <p>La información será ratificada por el padre (madre) acompañante en caso que se requiera.</p>			
1. Cuáles son los dulces que más te gustan? (De mayor preferencia de consumo)			
Marca / nombre	Forma de presentación		
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			

1.9	
1.10	
2. Cuáles de dichos dulces te parecen más ácidos?	
	Marque con x
2.1	
2.2	
2.3	
2.4	
2.5	
2.6	
2.7	
2.8	
2.9	
2.10	
Observaciones del Encuestador:	Observaciones del Encuestado:
	Estrato socioeconómico:

Anexo B. Principales empresas productoras de dulces

El trabajo busca tener en cuenta, en primer lugar, las mayores empresas productoras de rubros que se denominan en la clasificación industrial como chocolatería y confitería, y dulces y pasabocas. Estas empresas son¹:

CHOCOLATES Y CONFITERIA

Nacional de Chocolates

Colombina

Chiclets Adams

Nabisco Royal

Kraft

Dulces de Colombia

Comestibles Aldor

Super

Italo

Chocolates Triunfo

Dulces La Americana

CONSERVAS, PASABOCAS Y OTROS

DISA

QUALA

MARGARITA

YUPI

FRITO LAY

COMESTIBLES RICOS

CONSERVAS CALIFORNIA

FRUGAR

MORASUR

FRUGAL

INCAUCA ALIMENTOS

Teniendo en cuenta el indicador de los más vendidos, de éstas empresas, sobresalen los siguientes 10 comestibles dulces entre los más apetecidos por los niños:

Bonbonbum	Chocolatina Jet
Chiclets Adams	Nucitas
Chocoramo	Frunas
Galletas can-can	Chocobrake
Festival	Menta



ANEXO C. INFORME DE LABORATORIO

BOGOTÁ, D.C., Febrero 21 de 2005
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

O.T.: MET - 030 - 2005

SEÑORES

COLEGIO ODONTOLOGICO COLOMBIANO

GRUPO A-10

La Ciudad

INFORME DE LABORATORIO

1. ENSAYOS SOLICITADOS

- Medición de microdurezas Vickers.

2. MATERIAL ENTREGADO

Cincuenta (50) probetas de diferentes colores con dientes referenciados por el interesado.

3. RESULTADOS

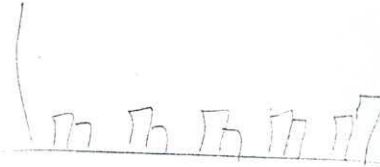
3.1 MICRODUREZA VICKERS

Para las pruebas se utilizó un microdurometro marca LECO, modelo M - 400 - G2 con escalas Vickers y Knoop con cargas desde 1 gramo hasta 2 kilogramos.

La escala utilizada en todos los ensayos fue Microdureza Vickers (HV) a una carga de 300 gramos fuerza y tiempo de 15 segundos; los resultados se reportan en las siguientes tablas:

D. Z. S. M.

DIA PRIMERO




GRUPO (A) 5 MINUTOS

CUBO 1 NEGRO	CUBO 1 ROJO	CUBO 1 VERDE	CUBO 1 AZUL	CUBO 1 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
257	342	341	248	237
250	334	331	247	259

GRUPO (B) 15 MINUTOS

CUBO 1 NEGRO	CUBO 1 ROJO	CUBO 1 VERDE	CUBO 1 AZUL	CUBO 1 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
327	305	58	337	280
344	325	62	298	287


 un error.



DIA SEGUNDO

GRUPO (A) 5 MINUTOS

CUBO 2 NEGRO	CUBO 2 ROJO	CUBO 2 VERDE	CUBO 2 AZUL	CUBO 2 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↑ 368	311 ↓	59 ↑	218 ↓	283 ↓
↑ 389	308 ↓	60 ↑	208 ↓	281 ↓

GRUPO (B) 15 MINUTOS

CUBO 2 NEGRO	CUBO 2 ROJO	CUBO 2 VERDE	CUBO 2 AZUL	CUBO 2 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↑ 311	↑ 281	↑ 290	↑ 290	↓ 294
↑ 315	↑ 290	↑ 291	↑ 304	↓ 285

DIA TERCERO

GRUPO (A) 5 MINUTOS

CUBO 3 NEGRO	CUBO 3 ROJO	CUBO 3 VERDE	CUBO 3 AZUL	CUBO 3 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↓ 332	↑ 344	↑ 318	↓ 285	↓ 317
↓ 331	↑ 360	↑ 325	↓ 283	↓ 306



GRUPO (B) 15 MINUTOS

CUBO 3 NEGRO	CUBO 3 ROJO	CUBO 3 VERDE	CUBO 3 AZUL	CUBO 3 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↑ 318	↓ 297	↓ 250	↓ 321	↑ 265
↑ 331	↓ 283	↓ 231	↓ 320	↑ 280

DIA CUARTO

GRUPO (A) 5 MINUTOS

CUBO 4 NEGRO	CUBO 4 ROJO	CUBO 4 VERDE	CUBO 4 AZUL	CUBO 4 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↓ 332	↑ 285	↓ 258	↓ 291	↑ 272
↓ 329	306	↓ 253	↓ 274	↑ 283

GRUPO (B) 15 MINUTOS

CUBO 4 NEGRO	CUBO 4 ROJO	CUBO 4 VERDE	CUBO 4 AZUL	CUBO 4 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↑ 262	↑ 288	↑ 244	↑ 287	↑ 259
↑ 266	↑ 305	↑ 256	↑ 302	↑ 270



DIA QUINTO

GRUPO (A) 5 MINUTOS

CUBO 5 NEGRO	CUBO 5 ROJO	CUBO 5 VERDE	CUBO 5 AZUL	CUBO 5 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↑ 326	↑ 290	↑ 299	↓ 317	↓ 290
↑ 329	↑ 323	↑ 315	↓ 314	↓ 261

GRUPO (B) 15 MINUTOS

CUBO 5 NEGRO	CUBO 5 ROJO	CUBO 5 VERDE	CUBO 5 AZUL	CUBO 5 AMARILLO
CONTROL	DULCE REVOLCON ACIDO NARANJA	CHICLE SUPER HIPER ACIDO MANGO BICHE	PIOLIN	CHICLE SUPERACIDO MARACUYA
↑ 339	↓ 294	↑ 293	↑ 331	↑ 253
↑ 342	↓ 287	↑ 295	↑ 344	↑ 264

Se anexa copia magnética que contiene huellas de microdurezas Vickers correspondientes a muestras ensayadas.

NOTA:

- El informe de ensayo solo afecta a los objetos sometidos a ensayo.
- El informe de ensayo no debe reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

Atentamente,


ING. JAIME ALFONSO PEREZ
Responsable


ING MSc. HECTOR DELGADO FIALLO
Jefe Sección de Materiales y Manufactura

ANEXO D: Descriptives

Tiempo		Dulce		Statistic	Std. Error
15 Minutos	Microdureza	1	Mean	298,00	7,707
			95% Confidence Interval for Mean		
			Lower Bound	276,60	
			Upper Bound	319,40	
			5% Trimmed Mean	297,33	
			Median	290,00	
			Variance	297,000	
			Std. Deviation	17,234	
			Minimum	283	
			Maximum	325	
			Range	42	
			Interquartile Range	30	
			Skewness	1,205	,913
			Kurtosis	,548	2,000
		2	Mean	227,00	42,896
			95% Confidence Interval for Mean		
			Lower Bound	107,90	
			Upper Bound	346,10	
			5% Trimmed Mean	232,39	
			Median	256,00	
			Variance	9200,500	
			Std. Deviation	95,919	
			Minimum	62	
			Maximum	295	
			Range	233	
			Interquartile Range	147	
			Skewness	-1,837	,913
			Kurtosis	3,519	2,000
		3	Mean	313,60	8,471
			95% Confidence Interval for Mean		
			Lower Bound	290,08	
			Upper Bound	337,12	
			5% Trimmed Mean	312,78	
			Median	304,00	
			Variance	358,800	
			Std. Deviation	18,942	
			Minimum	298	

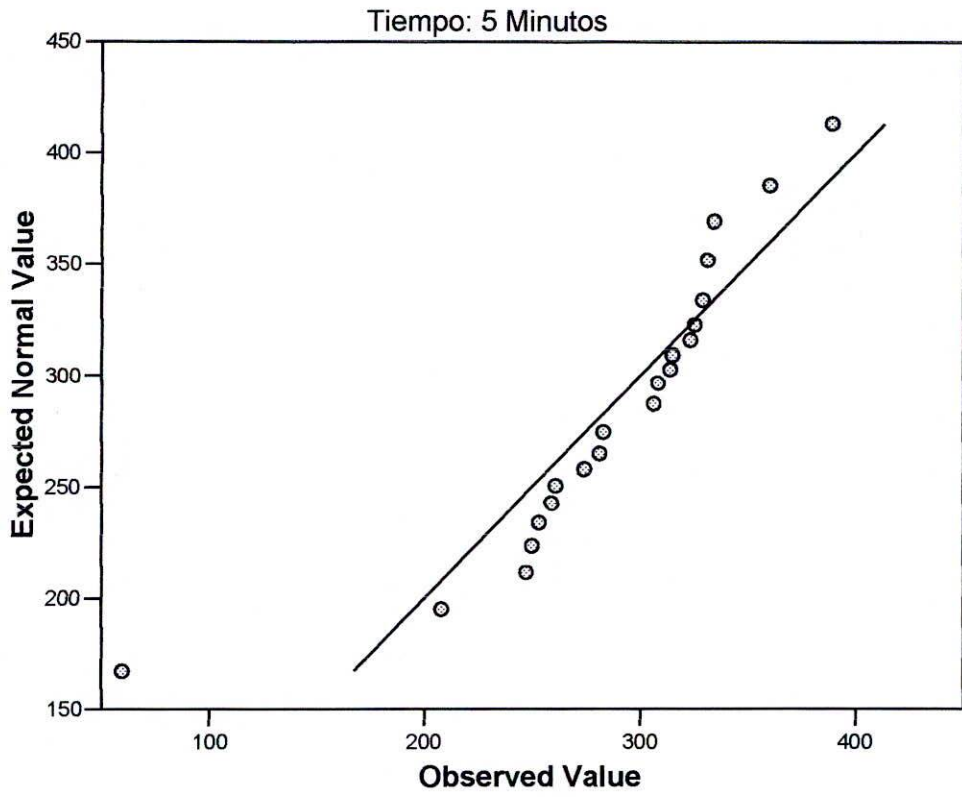
			Maximum	344	
			Range	46	
			Interquartile Range	32	
			Skewness	1,356	,913
			Kurtosis	1,142	2,000
		4	Mean	277,20	4,420
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	264,93
				Upper Bound	289,47
			5% Trimmed Mean	277,39	
			Median	280,00	
			Variance	97,700	
			Std. Deviation	9,884	
			Minimum	264	
			Maximum	287	
			Range	23	
			Interquartile Range	19	
			Skewness	-,533	,913
			Kurtosis	-1,972	2,000
		5	Mean	319,60	14,355
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	279,74
				Upper Bound	359,46
			5% Trimmed Mean	321,22	
			Median	331,00	
			Variance	1030,300	
			Std. Deviation	32,098	
			Minimum	266	
			Maximum	344	
			Range	78	
			Interquartile Range	53	
			Skewness	-1,598	,913
			Kurtosis	2,454	2,000
5 Minutos	Microdureza	1	Mean	326,20	9,881
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	298,77
				Upper Bound	353,63
			5% Trimmed Mean	325,44	
			Median	323,00	
			Variance	488,200	

			Std. Deviation	22,095	
			Minimum	306	
			Maximum	360	
			Range	54	
			Interquartile Range	40	
			Skewness	,957	,913
			Kurtosis	,314	2,000
		2	Mean	256,80	51,132
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	114,84
				Upper Bound	398,76
			5% Trimmed Mean	263,61	
			Median	315,00	
			Variance	13072,200	
			Std. Deviation	114,334	
			Minimum	60	
			Maximum	331	
			Range	271	
			Interquartile Range	172	
			Skewness	-1,868	,913
			Kurtosis	3,437	2,000
		3	Mean	265,20	17,859
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	215,62
				Upper Bound	314,78
			5% Trimmed Mean	265,67	
			Median	274,00	
			Variance	1594,700	
			Std. Deviation	39,934	
			Minimum	208	
			Maximum	314	
			Range	106	
			Interquartile Range	71	
			Skewness	-,462	,913
			Kurtosis	,156	2,000
		4	Mean	278,00	8,567
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	254,21
				Upper Bound	301,79
			5% Trimmed Mean	277,50	

			Median	281,00	
			Variance	367,000	
			Std. Deviation	19,157	
			Minimum	259	
			Maximum	306	
			Range	47	
			Interquartile Range	35	
			Skewness	,612	,913
			Kurtosis	-,304	2,000
		5	Mean	325,60	22,121
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	264,18
				Upper Bound	387,02
			5% Trimmed Mean	326,28	
			Median	329,00	
			Variance	2446,800	
			Std. Deviation	49,465	
			Minimum	250	
			Maximum	389	
			Range	139	
			Interquartile Range	71	
			Skewness	-,609	,913
			Kurtosis	2,194	2,000

ANEXO E:

Normal Q-Q Plot of Microdureza



Anexo F. Cronograma de actividades

	01-2004				02-2004				01-2005			
Actividad\ meses	F	M	A	M	J	A	S	O	F	M	A	M
VIII												
Ajuste protocolo	x											
Recolección datos	x	x										
Proceso laboratorio: Análisis químico pH Análisis de cambios físicos		x	x									
Tabulación de información		x	x	X								
IX												
Información secundaria			x	X	x	x	x					
Procesamiento de información					x	x	x	X				
X												
Elaboración del documento							x	X	x	x		
Mecanografía y presentación										x	x	
Sustentación											x	x