



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**MÉTODOS NATURALES QUÍMICOS Y FÍSICOS QUE
AYUDAN A LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE
CARIES.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

TÉLLEZ LUNA YOLANDA ROCÍO

TUTORA: C.D. MARTHA CONCEPCIÓN CHIMAL SÁNCHEZ

**ASESORA: C.D. DULCE MARÍA DEL CARMEN OLVERA
MAZARIEGOS**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme terminar una carrera.

A mis Padres y hermanos por su apoyo incondicional, consejos, palabras de aliento, desvelos, recursos proporcionados, etc. Mil gracias.

A mis amigos por estar al pendiente de mí, por su ayuda, apoyo, entusiasmo y compañía.

A el Q.F.B. Fernando J. Franco Martínez coordinador del seminario de microbiología por el tiempo que dedicó a orientarme en la realización de la tesina y demás trabajos.

A mi Tutora, C.D. Martha Concepción Chimal Sánchez, por su trato tan cordial, su disposición a contestar mis dudas, escuchar mis inquietudes y realizar una crítica constructiva del trabajo.

A mi asesora, C.D. Dulce Ma. del Carmen Olvera Mazariegos, por el tiempo dedicado a la revisión del trabajo.

A la Mtra. Arcelia Meléndez Ocampo por su amabilidad y colaboración en la elaboración de la tesina.

A la UNAM y a todos aquellos profesores que me dieron clases procurando dar lo mejor de sí en cada una de ellas.



ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	4
PROPÓSITO	5
OBJETIVO	5
1. ANTECEDENTES	
1.1. Herbolaria	6
1.2. Caries	9
1.3. Microorganismos que intervienen en el proceso carioso	
1.3.1.1. <i>Streptococcus mutans</i>	13
1.3.1.2. <i>Lactobacillus</i>	21
1.4. Métodos convencionales para remoción de caries	22
1.5. Antimicrobianos	24
1.6. Prevención	26
2. ANTIMICROBIANOS NATURALES	
2.1. <i>Allium sativum</i>	28
2.2. <i>Vaccinium macrocarpon</i>	31
2.3. <i>Theobroma cacao</i>	35
2.4. Propóleo	39
2.5. <i>Camellia sinensis</i>	44
3. MÉTODOS QUÍMICO-MECÁNICOS Y ALTERNATIVAS A LOS MÉTODOS CONVESIONALES INVASIVOS PARA REMOCIÓN DE CARIES	
3.1. Carisolv™	47
3.2. Papacarie®	51
3.3. Ozonoterapia dental	60
3.4. LASER dental.	69
3.5. Terapia fotodinámica	75
CONCLUSIONES	80
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	81

INTRODUCCIÓN

La caries dental es uno de los problemas más frecuentes de salud en la población mundial por ello debemos conocer los métodos alternativos naturales para su prevención, ya que se ha descubierto que el *Streptococcus mutans* es susceptible a algunos compuestos encontrados en el *Vaccinium macrocarpon*, *Theobroma cacao*, papaína, entre otros.

Todos estos descubrimientos nos indican que podemos prevenir la caries evitando que aparezcan las lesiones incipientes de esmalte y cuando ya se han instaurado en dentina ofrecer alternativas de tratamiento al paciente en vez de aplicar siempre los métodos convencionales invasivos para remoción de caries.

El uso indiscriminado de antibióticos, ha generado resistencia bacteriana, por lo cual es preciso tener alternativas preventivas y terapéuticas, como los propóleos a los cuales no se les ha descrito resistencia alguna.

La remoción químico-mecánica de caries es una técnica no invasiva y eficaz que ataca la porción desmineralizada del tejido dentario convirtiéndose en una opción conservadora de tratamiento. Actualmente con estos sistemas no necesitan anestesia para llevar a cabo el tratamiento y poseen propiedades bactericidas y desinfectantes.

Los métodos físicos para remoción de caries han demostrado propiciar preparaciones prácticamente estériles, en estos métodos no se necesita anestesia para llevar a cabo el tratamiento, lo que confiere mayor confort al mismo.



Por lo que se decidió realizar una recopilación de estos productos enfatizando su uso odontológico para prevenir y tratar caries dental.

PROPÓSITO

Presentar de manera ordenada la compilación de los productos naturales que ayudan a prevenir la caries, para poder dar una orientación dietética más adecuada a los pacientes y que se tomen en cuenta las alternativas no invasivas para el tratamiento de ésta enfermedad y sirvan como guía en la práctica odontológica.

OBJETIVOS

1. Conocer los antecedentes históricos sociales de la herbolaria en nuestro país.
2. Conocer los métodos naturales químicos y físicos que sirven como terapéutica preventiva y al tratamiento no invasivo de la caries.
3. Explicar el proceso carioso y los microorganismos intervinientes.
4. Explicar los métodos convencionales para eliminar y prevenir caries dental.
5. Conocer los antimicrobianos naturales y sus propiedades terapéuticas
6. Conocer los beneficios de la ozonoterapia y la laserterapia.

MÉTODOS NATURALES QUÍMICOS Y FÍSICOS QUE AYUDAN A LA PROVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE CARIES

1. ANTECEDENTES

1.1 Herbolaria

La herbolaria es la ciencia que estudia las propiedades y poderes curativos de la gran diversidad de plantas y hierbas que existen. (fig.1)

En el reglamento de Insumos para la Salud de su título tercero, artículo 88, se encuentra una definición de los Remedios Herbolarios, el cual dice: Se considera Remedio Herbolario al preparado de plantas medicinales, o sus partes, individuales o combinadas y sus derivados, presentado en forma farmacéutica, al cual se le atribuye por conocimiento popular o tradicional, el alivio para algunos síntomas participantes o aislados de una enfermedad.



Los Remedios Herbolarios no contendrán en su formulación sustancias estupefacientes o psicotrópicas ni ningún otro tipo de fármaco alopático u otras sustancias que generen actividad hormonal, antihormonal o cualquier otra sustancia en concentraciones que represente riesgo para la salud. ⁽¹⁾

La República Mexicana posee una flora muy diversa, las plantas medicinales han sido parte importante de la historia de la cultura de los pueblos



indígenas, los cuales, transmitieron el conocimiento de sus usos y aplicaciones de generación en generación.

En 1521, la colonización española enriqueció la herbolaria medicinal de México incorporando plantas europeas.

En 1888, fue creado el Instituto Médico Nacional, que abrió nuevas posibilidades de conocimiento de los remedios vegetales.

En 1990, el mexicano Maximino Martínez, realizó varios trabajos como: Las Plantas Medicinales de México; Las plantas útiles de la flora mexicana, y Catálogos de los nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas, esto lo realiza basándose en las investigaciones realizadas en los Anales del Instituto Médico Nacional, la Farmacopea Mexicana, sus propias investigaciones y el conocimiento popular. Sus trabajos constituyeron enormemente al contenido botánico tradicional de nuestro país.

La presencia de una gran variedad de plantas en la dieta diaria produce un balance de nutrimentos que ayudan al mantenimiento de una buena salud, es decir, un equilibrio que posibilita evitar daños al organismo. El intercambio cultural que se lleva a cabo hoy en día, ha ocasionado el empleo de una gran variedad de plantas de distintas regiones enriqueciendo más la herbolaria de nuestro país.⁽²⁾

Existe en México el Reglamento de Insumos para la Salud, en el cual se regula la definición, registro, elaboración, envasado, publicidad y establecimientos de los medicamentos homeopáticos, medicamentos herbolarios y remedios herbolarios. (Capítulo VI Arts. 66-71, Título Tercero Arts.88-98, Título Cuarto, Capítulo Segundo Arts 109-120 Capítulo IV Arts 129-130).⁽¹⁾

Desde la primera Farmacopea Mexicana en 1846, la herbolaria medicinal

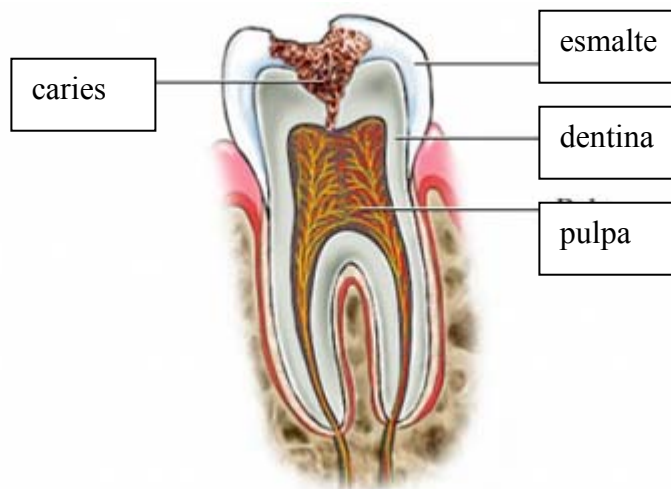
estuvo presente, al igual que en las diversas ediciones posteriores. Y en 2002 se publicó la primera edición de la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos. Con fecha 11 de agosto de 2003, se presentó en el Diario Oficial de la Secretaría de Salud el PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-221-SSA1-2002, sobre el etiquetado de medicamentos homeopáticos y remedios herbolarios. Siendo Ernesto Enriquez Rubio, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.⁽³⁾

Le corresponde a la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) regular la herbolaria, a través del departamento de evaluación de herbolarios, homeopáticos y medicamentos herbolarios, y al área de dispositivos médicos.⁽⁴⁾

Los medicamentos y remedios herbolarios han sido utilizados en la odontología de acuerdo a las propiedades de cada planta, por ejemplo: el eugenol contenido en el clavo utilizado por sus características sedantes, el cual es utilizado en los cementos dentales como el ZOE; la manzanilla por su poder desinflamatorio, se utiliza después de las cirugías dentales, entre otros.



1.2 Caries



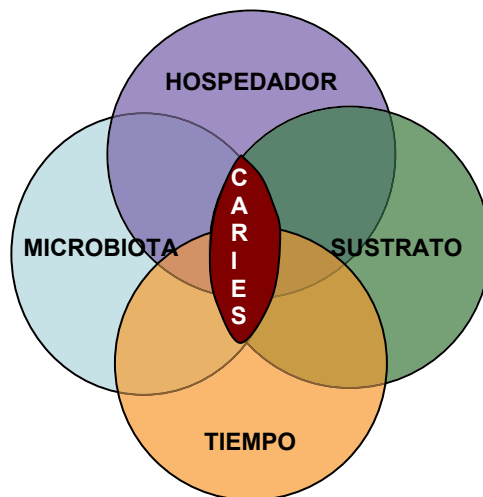
La caries dental es una infección endógena, crónica causada por la flora comensal normal. Las lesiones cariosas son el resultado de la desmineralización del esmalte y después la dentina por ácidos producidos por los microorganismos del biofilm como los metabolizadores de carbohidratos. Sin embargo, el proceso inicial de desmineralización del esmalte es usualmente seguido por remineralización y producen cavitaciones cuando se exagera el proceso anterior al último. (fig. 2)

La caries dental es definida como la destrucción localizada de los tejidos de los dientes por fermentación bacteriana de carbohidratos. ⁽⁹⁾

Riethe define a la caries como un proceso patológico localizado, de origen bacteriano, que determina la desmineralización del tejido duro del diente y finalmente su cavitación. La caries se inicia como una lesión microscópica, que alcanza finalmente las dimensiones de una cavidad macroscópica. Que se origina cuando la interrelación entre los microorganismos y su retención en la superficie dentaria se mantienen un tiempo suficiente, ya que los productos metabólicos desmineralizantes alcanzan una concentración elevada en el biofilm por excesivo aporte de azúcares en la alimentación. ⁽⁸⁾

Otra definición menciona que la caries dental es un proceso infeccioso que provoca una desmineralización del esmalte localizada de la estructura inorgánica del diente, seguida de la desintegración de los componentes orgánicos, por cúmulos ácidos provenientes de los depósitos microbianos que se encuentran adheridos a los dientes. La caries dental es una enfermedad multifactorial que aparece como consecuencias de la interacción entre el hospedador, el microorganismo, la dieta y el tiempo. ⁽⁶⁾

Para la instauración de la caries son necesarios tres factores mantenidos en el tiempo: un hospedador susceptible, una microbiota cariogénica localizada en el biofilm y un sustrato adecuado, suministrado a la dieta y que sirva de fuente de energía a los microorganismos. La microbiota del biofilm metaboliza los azúcares de la dieta favoreciendo la formación de ácidos orgánicos, que son los responsables del inicio de la desmineralización ácida del esmalte. Todo esto se muestra en el esquema de Keyes modificado por Newbrum de la siguiente manera: ⁽¹⁰⁾ (fig. 3)





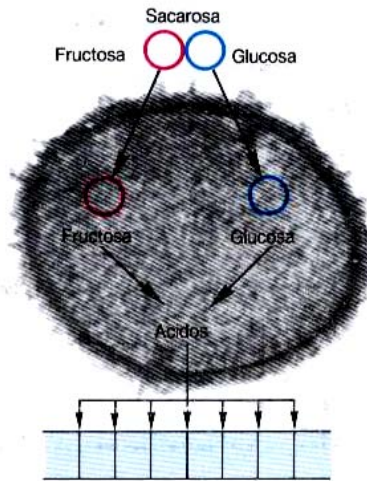
El biofilm tiene una enorme importancia etiológica en la formación de la caries y en las periodontopatías, debido a que, está compuesta de un 60-80% por microorganismos, los cuales se acumulan localmente en los dientes adquiriendo una consistencia blanda. Presenta una adherencia firme y estructurada ya que la microflora penetra en el interior de su matriz y comienza a diferenciarse y a adquirir actividad metabólica específica.

El biofilm de las fisuras y zonas subgingivales son estrictamente anaerobias, mientras que las supragingivales muestran una superficie aerobia y condiciones anaerobias en las partes más profundas; estas condiciones ambientales influyen de forma decisiva en la composición microbiológica, distinguiéndose las siguientes fases de colonización: fase 1, se desarrolla durante el primer día y consiste en un 60% de cocos y bacilos Gram positivos y un 30% de cocos y bacilos Gram negativos; la fase 2, abarca hasta el cuarto día donde encontramos 7% de fusiformes y filamentos; y la fase 3, comprende hasta el noveno día en la cual tenemos 3% de espirilos y espiroquetas.

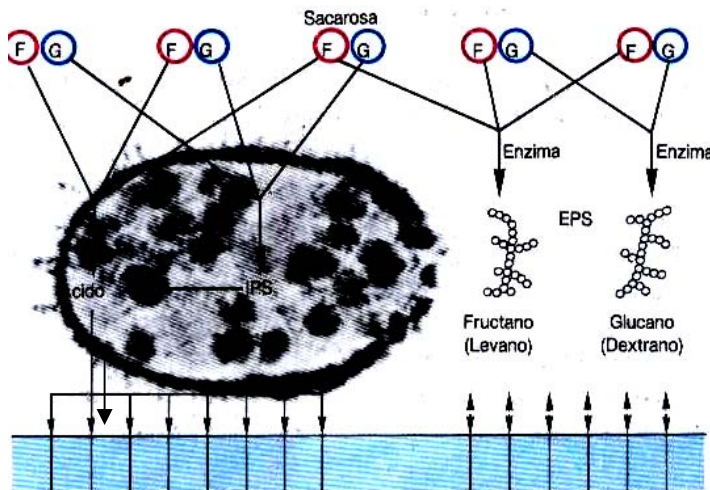
El metabolismo de estos microorganismos depende del pH del biofilm que disminuye cuando los alimentos azucarados se difunden en ella, ya que la degradación enzimática bacteriana determina la aparición de ácidos. Cuando la concentración de hidrogeniones oscila entre valores de pH de 5, 0-5, 5 se alcanza una concentración crítica a partir de la cual se disuelve la apatita. El tipo de carbohidratos y microorganismos determina el tipo y cantidad de los ácidos producidos, así como la velocidad de su formación. Cuando más viejo y espeso sea el biofilm, mayor es la posibilidad de que se reduzca el pH tras el consumo de soluciones azucaradas.

Los ácidos láctico, butírico, acético y propiónico son los más comunes, mientras que el fórmico y valerianico son más raros.

Los *Streptococcus* son los microorganismos que producen mayor cantidad de ácido, sobre todo ácido láctico, a partir de glucosa. (fig. 4)



Muchos microorganismos sintetizan polisacáridos a partir de mono y disacáridos, estos pueden ser de dos tipos: intracelulares o extracelulares. Los polisacáridos intracelulares pueden almacenarse y estar a disposición de los microorganismos como carbohidratos de reserva, los cuales son degradados cuando falta azúcar en la dieta. Mientras que los polisacáridos extracelulares constituyen un elemento activo del biofilm, que facilita la adherencia de los microorganismos a la superficie dental y su unión a otras bacterias de la microflora oral. ⁽⁸⁾ (fig. 5)





1.3 Microorganismos que intervienen en el proceso carioso

1.3.1 *Streptococcus mutans*



El *Streptococcus mutans* es considerado el principal agente etiológico de la caries dental. En 1924, Clarke aisló ciertos organismos a partir de lesiones cariosas que él denominó *Streptococcus mutans* debido a que con la coloración de Gram, se observaban de forma más ovalada que redondeada, que es la forma típica de los *Streptococcus*, por lo que se consideró que éstas bacterias eran mutantes de este género. Éste autor asoció la presencia del microorganismo con la caries dental, pero otros investigadores durante mucho tiempo no fueron capaces de aislar el *S. mutans*, por lo que su papel fue ignorado durante mucho tiempo. ⁽¹¹⁾

Las células del *S. mutans* son procariontas que se caracterizan por ser cocos catalasa-negativos, inmóviles⁽⁹⁾ Gram positivos, presentan un diámetro de 0.5 a 7.5 micrómetros y se disponen en una forma de cadenas, características propias de éste género.⁽¹¹⁾ (fig. 6) Son bacterias acidogénicas, acidofílicas y

acidúricas, que poseen un corto efecto post-pH y son capaces de iniciar su desarrollo a un pH 5. ⁽¹⁰⁾

Estas bacterias crecen en medios de agar sangre, enriquecidos con glucosa y suero. Es una bacteria anaerobia facultativa, pero su crecimiento óptimo ocurre bajo condiciones de anaerobiosis, no es encontrado en la cavidad oral antes de la erupción dentaria debido a que requiere de la presencia de tejido duro, no descamativo para su colonización. La principal fuente de transmisión y adquisición de ésta bacteria en los niños es a partir de la saliva de sus madres. ⁽¹¹⁾

En agar sangre producen una típica reacción de hemólisis por la cual son clasificados como beta-hemolíticos ya que realizan una hemólisis completa alrededor de las colonias. ⁽⁹⁾ (fig. 7)



Cuando los medios de cultivo contienen sacarosa éste microorganismo produce polisacáridos extracelulares y adquieren una apariencia opaca, rugosa, de color blanco, no adherente al medio de cultivo y ocasionalmente rodeada por polímeros de glucanos de aspecto húmedo. El medio más



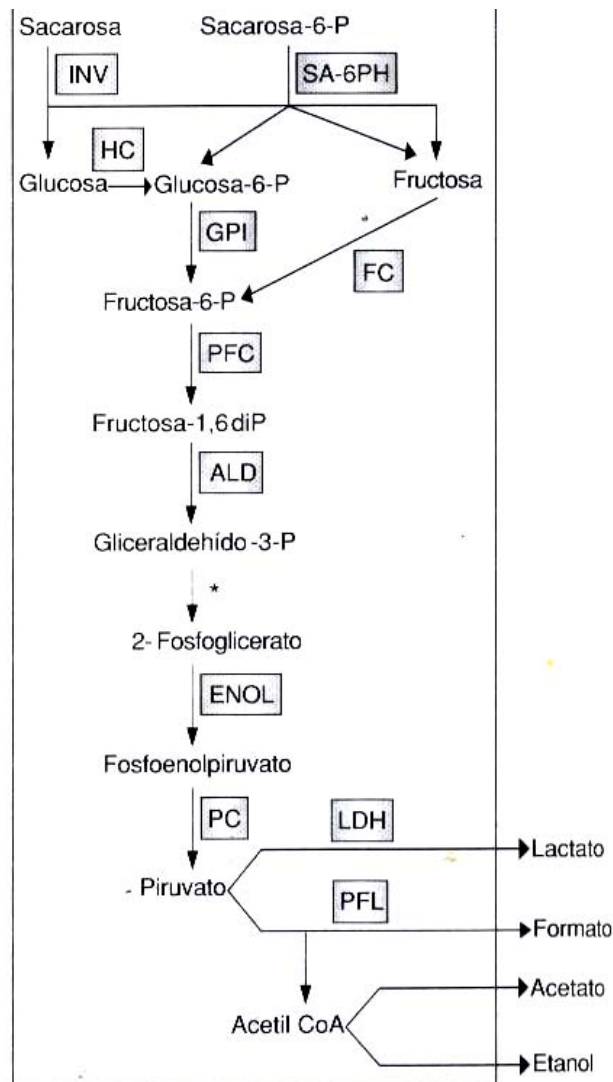
común empleado para su aislamiento es el agar mitis-salivarius suplementado con sacarosa, el cual permite la diferenciación de las especies de *Streptococcus* por la morfología de las colonias. El agente selectivo empleado para su crecimiento es el telurito de potasio. ⁽¹¹⁾

Los serotipos de *S. mutans* aislados en humanos en la cavidad oral son los c, e y f. ⁽⁹⁾

Metabolismo:

El *S. mutans* lleva a cabo su metabolismo por medio de la fermentación de la sacarosa, que es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, con la finalidad de obtener energía (la mayor parte de la sacarosa es ocupada en éste aspecto), expulsar desechos metabólicos en forma de ácidos orgánicos y acumular productos de reserva como polisacáridos intracelulares y extracelulares.

La sacarosa es introducida en la vía glucolítica hasta formar piruvato, todo esto en un ambiente de aerobiosis y a partir de aquí el piruvato puede entrar a la vía lactato-formato-liasa por la que se obtienen formato y Acetil CoA, a partir de éste, acetato y etanol y/o puede entrar a la vía del lactato deshidrogenasa con la cual se forma lactato que es el producto final más importante por el que se obtiene hasta el 80% de los ácidos totales. Las vías anteriores necesitan de un ambiente de anaerobiosis para poder activarse. (fig.8)

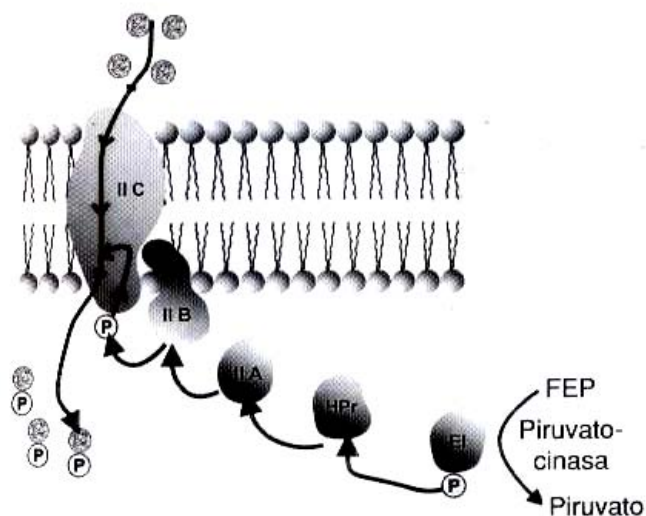


El mecanismo de ingreso de nutrientes más eficaz para el *S. mutans* es el sistema fosfoenolpiruvato-fosfotransferasa también conocido como translocación de grupos: en el cual las moléculas son transportadas al interior celular sufriendo una modificación química por un proceso de fosforilación, donde intervienen como donante del fósforo el fosfoenolpiruvato (**FEP**) procedente de la glucólisis y un conjunto de proteínas citoplasmáticas y de membrana, conocidas como fosfotransferasas, por ello el nombre del sistema.



El complejo fosfotransferasa está constituido por cinco proteínas que se fosforilan y desfosforilan transportando secuencialmente fósforo: EI, HPr y EIIA que son citoplasmáticas y EIIB y EIIC, de membrana. La enzima EI cataliza la transferencia del grupo fosfato rico en energía desde FEP a una pequeña proteína citoplasmática, HPr; la enzima EIIA transfiere fósforo desde HPr a la enzima EIIB y ésta finalmente a una proteína transmembrana EIIC, que es la auténtica responsable del transporte al transferirle fósforo al azúcar que, fosforilado ingresa al citoplasma. (fig. 9)

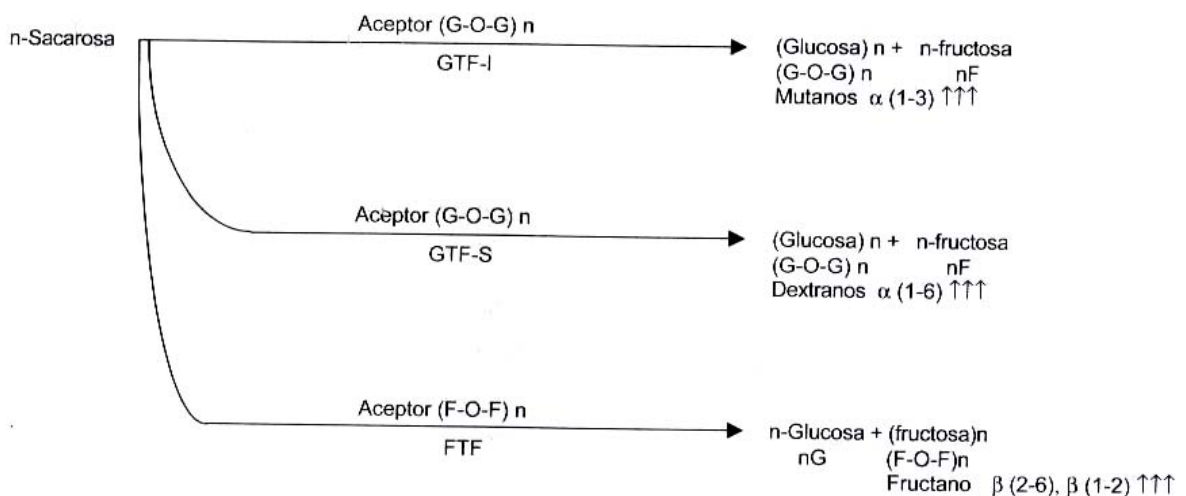
La piruvatocinasa es el eslabón que regula el sistema. Así se inhibe con bajas concentraciones intracelulares de sustratos o de productos intermedios; de ésta forma el FEP es utilizado fundamentalmente como elemento de transporte. Con elevadas concentraciones intracelulares se activaría y el FEP pasaría a piruvato. ⁽¹⁰⁾



Éste microorganismo es capaz de producir polisacáridos extracelulares a partir de la sacarosa por medio de dos enzimas: las glucosiltransferasas (**GTF**) y las fructosiltransferasas (**FTF**). Las GTF sintetizan glucanos a partir de glucosa y las FTF fructanos a partir de la fructosa, éstas reacciones

pueden aumentar el potencial patogénico de la caries dental, promoviendo la acumulación de gran número de *Streptococcus* cariogénicos. ⁽¹¹⁾

Los *S. mutans* llevan a cabo la síntesis de homopolisacáridos extracelulares ante un exceso de sacarosa disponible de tres tipos diferentes: glucanos hidrosolubles (dextranos) en los que predominan los enlaces alfa(1-2), alfa(1-3) y alfa(1-4), glucanos insolubles (mutanos) con enlaces alfa(1-3) y ramificaciones alfa(1,6) y fructanos también hidrosolubles con uniones beta(2,6) y beta(1-2). La formación de estos polímeros se debe a las GTF y FTF que escinden la molécula de sacarosa y polimerizan los monosacáridos, transfiriendo grupos glucosílicos o fructosílicos, respectivamente, a aceptores de glucanos o fructanos preexistentes. (fig. 10)



Las GTF que determinan la formación de glucanos insolubles son de peso molecular elevado (GTF-I) y están reguladas por los genes *gtfB* y *gtfC* mientras que las que forman glucanos solubles poseen un peso molecular

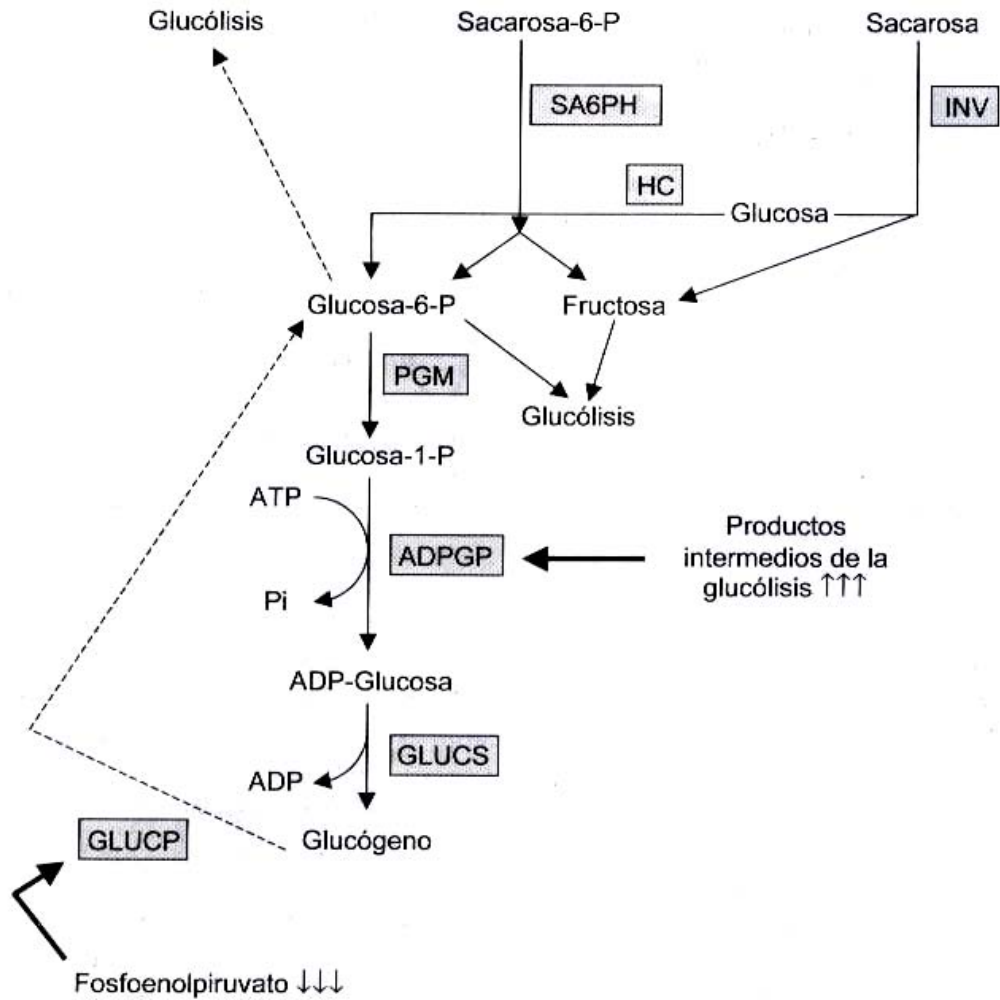


bajo (GTF-S) son reguladas por el gen *gtfD*. En general los glucanos solubles y los fructanos son fácilmente degradables por las enzimas de tipo glucanasas y fructanasas rompiendo los enlaces alfa(1-6), beta(2-6) y beta (1-2); esto determina que se obtengan productos más sencillos utilizables por las mismas bacterias que los sintetizan o por otras que poseen tales enzimas, por lo que tiene una función nutricional en ausencia de aporte exógeno de azúcar.

Los glucanos insolubles son más difíciles de degradar por las bacterias y poseen mayores propiedades adherentes, interviniendo en las uniones mediadas por glucanos, decisivas en la formación del biofilm y en las que también participan las GTF y receptores del hospedador o de las bacterias para los glucanos y las enzimas.

La síntesis de los polisacáridos intracelulares se inicia a partir de la glucosa-6-P formada en el curso de la glucólisis, donde la ADP-glucopirifosfatasa es el elemento básico de la síntesis, de tal forma que se verá estimulada por productos intermedios formados por un exceso en la glucólisis.

Una vez sintetizados éstos productos pueden ser movilizados para su uso; esto ocurre con bajos niveles de FEP o escasos nutrientes disponibles intracelularmente; de esta forma se activa la glucógeno fosforilasa y el glucógeno pasa a glucógeno-1-P y posteriormente a glucosa-6-P entrando a la vía glucolítica.⁽¹⁰⁾ (fig. 11)



SA6PH: sacarosa-6-P hidrolasa. INV: invertasa. HC: hexocinasa. PGM: fosfoglucomutasa.
 ADPGP: ADP-glucopirofosforilasa. GLUCS: glucógeno sintetasa. GLUCP: glucógeno fosforilasa.



1.3.2 *Lactobacillus*



Los *Lactobacillus* son cocobacilos, alfa o no hemolíticos, catalasa-negativos, anaerobios facultativos, comprenden el 1% de la microflora oral, estos microorganismos son acidogénicos, acidúricos y pueden ser homofermentativos o heterofermentativos, prefieren un medio ambiente ácido, crecen en condiciones microaerófilas en la presencia de dióxido de carbono y un pH 6.0, en medios de cultivo enriquecidos con glucosa o sangre y en especial en el medio agar jugo de tomate a un pH de 5.0, otro medio selectivo es el agar Rogosa. (fig. 12)

A estos microorganismos también se les relaciona con la caries dental ya que se han encontrado en gran número de caries en esmalte, el número de *Lactobacillus* en el biofilm y saliva se correlaciona con la actividad cariogénica, son hábiles para crecer en un medio ambiente ácido y producir ácido láctico, pueden sintetizar polisacáridos intracelulares y extracelulares a partir de la sacarosa, sin embargo son aislados raramente a partir del biofilm antes que se desarrolle la caries y a menudo se encuentran ausentes en lesiones incipientes, por esto el rol de los *Lactobacillus* en la caries no está aún definido pero se relacionan con la progresión de la caries en esmalte y que son los organismos pioneros en el avance de la lesión especialmente en dentina. ⁽⁹⁾

1.4 Métodos convencionales para remoción de caries

El tratamiento convencional de la caries se realiza por medio de turbinas dentales o piezas de alta velocidad, éstas utilizan velocidades de 200,000 revs/min o más y ocupan fresas diferentes de diamante fino o carburo para realizar preparación de cavidades.



Utilizando las piezas de alta velocidad se puede dar una forma muy precisa de la cavidad que deseamos obtener proporcionando formas geométricas exactas y debido a la gran variedad de fresas existentes ajustarse a las necesidades de la preparación. (fig. 15)

Sin embargo, a pesar de los avances de las herramientas rotatorias tienen limitaciones de uso como la eliminación selectiva de caries y excavación mínimamente invasiva que no son posibles con estos instrumentos. Además de la presencia del barrillo dentinario siempre presente cuando se utilizan sistemas rotatorios. Los cuales provocan efectos vibratorios que si no son combinados con un método eficiente de irrigación o enfriamiento pueden ser lesivos para la pulpa dental.



También son causa de dolor por presión, vibraciones y temperatura las cuales no pueden ser prevenidas esto nos obliga a utilizar anestésicos para realizar un tratamiento más confortable para el paciente, sin olvidar el molesto sonido de éstos instrumentos que no puede ser impedido.

Uno de los principales problemas de estos sistemas es el calor que se genera en el proceso de corte, han sido reportados rangos de entre 700-900°C. La temperatura se relaciona con la velocidad del corte, la presión aplicada y el filo de los instrumentos, aunque todos estos factores puedan ser controlables con una irrigación eficiente, si la irrigación no es efectiva se produce una temperatura de 15°C o más lo cual puede dañar la pulpa. Si la temperatura alcanza los 5.5°C en un alto porcentaje las células de la pulpa se mueren.⁽⁵⁾

Y el uso de aislamientos absolutos con diques, grapas, arcos y demás instrumentos para este fin son descritos por los pacientes como molestos pero hacen a estos sistemas más seguros ya que se evita que el paciente se trague algún instrumento utilizado en la consulta. (fig. 14)



1.5 Antimicrobianos



Los antimicrobianos son sustancias químicas producidas por microorganismos o sintetizadas químicamente, que a bajas concentraciones son capaces de inhibir, e incluso destruir microorganismos sin producir efectos tóxicos en el hospedero. (fig. 15)

La introducción de los agentes antimicrobianos ha sido uno de los avances más revolucionarios de la medicina en los últimos 50 años. El conocimiento de las propiedades terapéuticas de la aplicación tópica de muestras de tierra, o de la eficacia de diversas plantas, se remonta muchos años atrás. A fines del siglo pasado se conoce con certeza que algunas bacterias son capaces de inhibir el crecimiento de otras. En el año de 1889, Vuillemin y posteriormente Ward, dieron el nombre de antibiosis a los fenómenos de antagonismo microbiano.

No obstante estos fenómenos de antibiosis no se les encontró una aplicación práctica y tuvieron que pasar varios años para asumir la trascendencia de su observación. La primera aproximación racional a la quimioterapia se produjo a comienzos del siglo y se debe a Paul Ehrlich,



descubridor del Salvarsan, un derivado arsenical eficaz en el tratamiento de la Sífilis. Sin embargo su desarrollo pleno es fruto del descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming 1928 y su aplicación clínica por Florey y Chain 1940.

En un principio los antimicrobianos se sintetizaron en el laboratorio denominándose quimioterápicos: posteriormente se obtuvieron a partir de otros microorganismos, por lo que se creó el término antibiótico. La diferencia es: un antibiótico es una sustancia química producida por microorganismos y que posee acción antimicrobiana; mientras que los quimioterápicos son compuestos obtenidos por síntesis química y dotados igualmente de acción antimicrobiana; y los antimicrobianos incluyen compuestos obtenidos a partir de microorganismos y producidos por síntesis química que debe cumplir con las siguientes características: poseer acción antimicrobiana, toxicidad selectiva, espectro reducido, estables, que tengan pocos efectos adversos y que no sean teratogénicos.

Los antimicrobianos pueden tener tres orígenes:

- Natural o biológico: cuando son obtenidos a partir de microorganismos, o bien sean bacterias u hongos.
- Sintéticos: se obtienen por síntesis química.
- Semisintéticos: en este caso el núcleo fundamental de un determinado antimicrobiano producido por un microorganismo, se modifica en el laboratorio para conseguir unas propiedades diferentes que mejoren el espectro, características farmacológicas o disminuyan los efectos secundarios⁽⁶⁾

1.6 Prevención

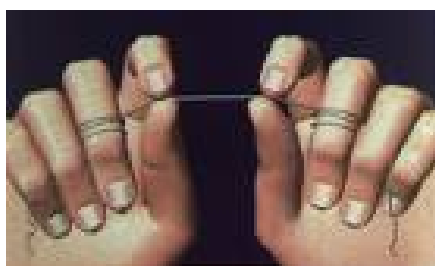
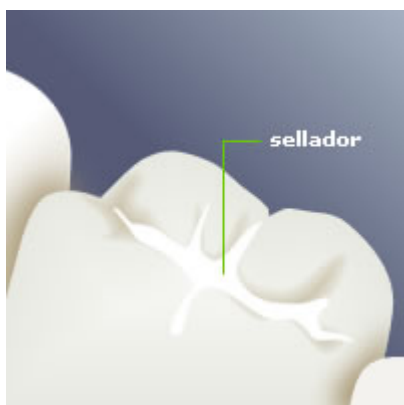


La prevención en un sentido amplio es cualquier medida que permita reducir la probabilidad de aparición de una infección o enfermedad, o bien interrumpir o aminorar su progresión; en un sentido estricto y más generalizado comprende todo el conjunto de acciones que permiten evitar la ocurrencia de la enfermedad, esto es, aquellas actuaciones aplicables en el periodo prepatogénico, cuando la enfermedad aún no se ha desarrollado. ⁽⁷⁾
(fig. 16)





La prevención de la caries dental se lleva a cabo mediante una correcta técnica de cepillado auxiliada de pastillas reveladoras de biofilm, (fig.17) pastas dentales, enjuagues bucales e hilo dental (figs. 18 y 21), asimismo, el control de la dieta para que ésta no sea alta en sacarosa; todos estos procedimientos los realiza el paciente en su domicilio pero hay procedimientos que realiza el odontólogo en el consultorio como son el control de placa, pulido dental, sellado de foseas y fisuras (fig. 19), aplicación tópica de fluoruro (fig. 23), y la valoración periódica del estado bucal. ⁽⁸⁾



2. ANTIMICROBIANOS NATURALES

2.1 *Allium sativum*



Figura 24. Ajo. Fuente: <http://www.mdidea.com/products/new/garlic02.jpg>



Figura 25. Hojas de la planta del ajo. Fuente: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/91/11591-004-16F8860F.jpg>

Origen:

El Ajo (*Allium sativum*) ha sido usado como una medicina desde tiempos antiguos. ⁽¹²⁾ (fig. 24)

Es una planta originaria de la parte sudoriental de Europa, perteneciente a la familia de las Liliáceas que mide 30-40cm de altura, de hojas ensiformes, muy estrechas, bohordo con flores pequeñas y blancas, bulbo blanco, redondo y de olor fuerte. ⁽¹³⁾ (fig. 25)

Propiedades:

Antibacteriales, antifúngicas y antivirales. ⁽¹²⁾ Se considera estimulante, hipotensora, antiparasitaria, antiespasmódica principalmente.

Aunque también se ha usado en picaduras de animales ponzoñosos, infecciones de la piel, arterioesclerosis, pie de atleta, diabetes, para el dolor dental (combinada con alcohol de caña), etc. ⁽¹³⁾



Composición:

El principal componente antimicrobiano encontrado en el ajo es la alicina, ésta no se presenta en el ajo crudo sino que se forma rápidamente por la acción de la enzima alicinasa cuando el ajo es molido. Éste extracto se utiliza a una concentración del 57%, que contiene 220mg/ml de alicina. ⁽¹²⁾ (fig. 26)



Figura 26. Extracto de ajo. Fuente: <http://www.mdidea.com/products/new/garlic02.jpg>

Mecanismo de acción:

La alicina reacciona rápidamente con los grupos tiol libres por lo que se piensa que éste es su principal método de acción antimicrobiana por interacción con proteínas que contienen tiol, incluyendo las proteasas de cisteína y alcohol deshidrogenasa ya que éstas enzimas ayudan a la nutrición y metabolismo bacteriano por lo que se sugiere que el desarrollo de resistencia a la alicina se produce menos fácilmente que a ciertos antibióticos.

La alicina y el extracto de ajo muestran un amplio espectro de actividad antimicrobiana, incluyendo efectos en *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Clostridium*, *Mycobacterium* y especies de *Helicobacter*. Ciertos *Streptococcus* orales y *Lactobacillus* muestran sensibilidad a extractos de ajo y los enjuagues

bucales realizados con esta sustancia han demostrado reducción en el conteo bacterial total en saliva y el conteo de *S. mutans*.

Grosso y col, muestran que los enjuagues bucales que contenían extracto de ajo tiene buena actividad in vivo agonista de los *S. mutans* salivales y el conteo total de bacterias viables. ⁽¹²⁾

Fani y col, realizaron un estudio con un extracto de ajo al 64% en el cual encontraron que inhibe significativamente el crecimiento de *S. mutans* resistentes a muchos antimicrobianos con una concentración mínima inhibitoria de 4-32 mg/ml, lo que los hace pensar que puede ser usado en pastas de dientes o enjuagues bucales para prevenir la caries, sin embargo la administración diaria por 1 mes puede ser tóxica ya sea por administración oral o intravenosa provocando efectos como vómitos, diarrea o náuseas. ⁽¹⁴⁾

Bakri y col, encontraron que la alicina es capaz de penetrar en las membranas celulares, así como la capa de peptidoglicano en las bacterias Gram positivas, encontrando también acción en bacterias Gram negativas periodontopatógenas y que se puede utilizar como alternativa efectiva en agentes patógenos resistentes a antibióticos. ⁽¹²⁾



2.2 *Vaccinium macrocarpon*



Figura 27. Arándano. Fuente: http://vgvh.com/pangea_website/cranberry.jpg

Origen:

El Arándano (*Vaccinium macrocarpon*) es una planta nativa de Norte América^(15,16) (figs. 27, 28 y 29)



Figura 28. Árbol de arándano. Fuente: http://www.entomology.cornell.edu/Extension/Woods/CUGroundCoverSite/images/Vaccinium%20macrocarpon_ThumbHartmannsPlantCo.jpg



Figura 29. Rama de arándano. Fuente: http://www.floradelaterre.com/uploads/RTEmagic_C_resizeBerryPrettiestCranberry.jpg.jpg

Propiedades:

El arándano es reconocido por sus propiedades que benefician la salud humana, incluyendo la prevención de adhesión bacteriana en infecciones urinarias por *E. coli* y *H. pylori* en la mucosa gástrica. El jugo de arándano también tiene propiedades que benefician la salud bucal, ya que es bacteriostático para el *S. mutans*. Es reconocida por su bajo contenido de calorías y su alto contenido de vitaminas, minerales, fibra.^(15,16,17)

Composición:

Ésta fruta contiene varios componentes bioactivos, incluyendo tocotrienoles, antocianina, es rico en flavanoides, componentes antioxidantes (ácidos fenólicos y benzoicos), la antocianina le da una característica coloración roja al arándano. ^(15,16,17)

Mecanismo de acción:

Koo y col, dice que el número de *S. mutans* se reduce en sujetos que consumen soluciones que contienen extracto de arándano en comparación con los del placebo. En el estudio que realizaron el Jugo de Arándano (JA) inhibe significativamente la actividad de GTF B, C y D absorbidas en superficie en todas sus concentraciones comparado con el control negativo, excepto el 6.25% de JA agonista a GTF D, por lo que reportan que el jugo inhibe más efectivamente las GTF B y C que las GTF D. Los autores concluyen que el AJ inhibe el desarrollo de *S. mutans* en el biofilm in vitro, especialmente los procesos mediados por glucanos y que los efectos de ésta sustancia incluyen una efectiva inhibición de las GTF B y C, el bloqueo de la adherencia bacteriana mediada por glucanos superficiales y reducción de *S. mutans* en biofilm en desarrollo, acidogenicidad y contenido de glucanos insolubles y de esta forma el JA es un producto natural prometedor con múltiples efectos inhibitorios agonistas de varios factores de virulencia asociados a la caries dental.

Yamakana y col, en el 2004, muestran que el JA inhibe la adherencia de *S. mutans* a la superficie dentaria y la formación del biofilm cuando la bacteria crece en presencia de JA por 24hrs y que éste extracto inhibe parcialmente la actividad de GTF absorbidas en la superficie dental en ausencia de película salival. ⁽¹⁵⁾



Duarte y col, realizaron un estudio para examinar la influencia de antocianinas, flavonoles y proantocianidinas extraídas a partir de arándano en la producción de glucanos por purificación de GTF adsorbidas en las superficies dentales cubiertas con saliva, F-ATPasas asociadas a membranas, actividades glicolíticas y viabilidad, desarrollo, composición de polisacáridos y acidogenicidad de *S. mutans* en biofilm, en el cual utilizaron cepas de *S. anginosus* KSB8, *S. mutans* WHA 410 y *S. mutans* UA 159 cultivados a 80°C en un medio de bajo peso molecular que contenía 20% de glicerol.

En el estudio encontraron que los flavonoides y proantocianidinas, solos o en combinación inhiben significativamente la actividad de GTF B y C adheridos a superficies y esto afecta el desarrollo del biofilm, además de que éstas enzimas son críticas para la expresión de virulencia de *S. mutans* y otras bacterias cariogénicas. También los flavonoides como la quercetina, miricetina y Kaemferol son efectivos inhibidores de las GTF. La actividad de *S. mutans* asociada a F-ATPasas de membrana también fue inhibida por las proantocianidinas solo o en combinación.

Los flavonoles también inhiben significativamente la actividad de la F-ATPasa aunque el efecto inhibitorio fue modesto comparado con las proantocianidinas. Las F-ATPasas juegan un rol mayor en la protección de *S. mutans* agonistas del estrés del medio ambiente causado por la acidificación del biofilm y ayudan al mantenimiento del pH crítico a través de la membrana para la óptima función de la glucólisis. Éste extracto puede prevenir la desmineralización del esmalte.

La aplicación tópica de proantocianidinas y flavonoles (1 minuto 2 veces al día) trastorna significativamente la acumulación y composición de

polisacáridos de *S. mutans* en biofilm, reduce la biomasa dental y el conteo total de glucanos insolubles. ⁽¹⁶⁾

Gregorie y col, de los Estados Unidos Americanos en el 2007, utilizaron cepas de *S. anginosus* KSB8, *S. mutans* WHA 410 y *S. mutans* UA159 encontrando que los flavonoides contenidos en el arándano reducen significativamente la síntesis de las GTF B a una concentración de $500\mu\text{mol l}^{-1}$ e inhiben la actividad enzimática de la F-ATPasa en 18-33%, ninguno de los componentes tiene actividad bactericida sobre el *S. mutans*. Concluyendo que el jugo de arándano y extractos hidroalcohólicos crudos de arándano a 20mg ml^{-1} inhibe la actividad de GTF B o C y F-ATPasa por 65-80%; y el extracto de arándano reduce la cariogenicidad del *S. mutans*. ⁽¹⁸⁾

Magariños y col, de la Universidad de Chile en el 2007, realizaron un estudio en el cual evaluaron la actividad antimicrobiana del arándano en una amplia gama de microorganismos encontrando así que esta sustancia actúa sobre bacterias Gram-positivas causando una reducción en el conteo de *S. mutans*. ⁽¹⁷⁾



2.3 *Theobroma cacao*



Figura 30. Grano de cacao. Fuente:
http://www.augustopulenta.com/images_mailing/33_cacao_granos.gif

Origen:

El nombre científico o latino del Cacao es *Theobroma cacao*, pertenece a la familia de las *Esterculiáceas*. Es originario de México y América Central. Su cultivo se ha extendido a regiones tropicales de África y Asia. ⁽¹⁹⁾ (fig. 30)

El árbol alcanza de 4-5m de altura y de color rojizo. Los pétalos son de color amarillo y la planta florece a los 3 o 4 años, la recolección del fruto se realiza 2 veces al año. (fig. 31)

De las semillas tostadas se extrae manteca de cacao, que se emplea para hacer cosméticos, así como cacao en polvo, con lo cual se prepara el chocolate y la cocoa estadounidense teobromina, el cual es un alcaloide excitante usado en medicina como diurético activo y estimulante del corazón ya que provoca taquicardia. ⁽¹³⁾ (fig. 32)



Figura 31. Árbol de cacao. Fuente: www.hipernova.cl/Notas/EICacao.html



Figura 32. Semillas de cacao. Fuente: http://www.tropicalfruitnursery.com/fruitproducts_c1.htm

Propiedades:

Antibacteriano, analéptico (restablece las fuerzas) y vigorizante en general.⁽¹³⁾

Composición:

Los principales componentes anticariogénicos son los polifenoles⁽²⁰⁾

Mecanismo de acción:

Las opiniones acerca de la actividad anticariogénica del cacao están divididas ya que algunos autores como Rimondia y col, reportan que su actividad anticariogénica es mínima o nula, sin embargo, Ooshima y Matsumoto en Osaka, Japón, encontraron una importante disminución del potencial cariogénico bacteriano.

Rimonda y col, realizaron un estudio en el 2006 en Francia donde valoraron la capacidad anticariogénica de varios extractos de cocoa o de materiales de desperdicio a partir de chocolates industriales que son conocidos por su alto contenido de polifenoles, algunos extractos de concentrado de cocoa no inhiben el crecimiento bacteriano de *Streptococcus* orales o reducen la incidencia de caries o acumulación del biofilm, mientras que el extracto de



cáscara de cocoa fue el más efectivo en la reducción del crecimiento y cariogenicidad de *S. mutans* y *S. sobrinus* en ratas; presentando algunos efectos inhibitorios en el metabolismo bacteriano como en la producción de ácidos y síntesis de glucanos insolubles.

Sin embargo, los autores consideran que hay muy pocos y conflictivos datos observados en el impacto de los polifenoles en bacterias orales; y reportan que los extractos a partir de concentrados de cocoa no muestran efectos en el crecimiento de *Streptococcus* orales o en la reducción de incidencia de caries o acumulación de biofilm, pero que los extractos a partir de cáscara de granos de cocoa muestran un poderoso potencial anticariogénico pero que los polifenoles producidos por la cocoa tienen un pequeño efecto en el crecimiento de *S. mutans* y un efecto bacteriostático en *S. sanguinis*. Y comentan que en otros estudios como los de Abram V y col, en 1999, reportan que el tratamiento de las superficies dentarias con pentámeros de polifenoles de cocoa reducen significativamente el desarrollo inicial de los biofilm de *S. mutans* y *S. sanguinis* y que el efecto inhibitorio puede durar más de 24hrs en la ausencia de sacarosa. ⁽²⁰⁾

Matsumoto y col, en el 2004, analizaron un extracto de cáscara de grano de cacao extraído con 30% de etanol que contiene 12.6% de polifenoles en una cepa de *S. mutans* MT8148, reportando que los enjuagues bucales con ésta sustancia no solo inhiben los depósitos de biofilm en todos los sujetos, sino que también reducen el número de *S. mutans* en el biofilm e inhibe la adherencia a la hidroxiapatita cubierta con saliva y reduce el número de *S. mutans* en el biofilm en un 67.85%.

Además el extracto inhibe significativamente los depósitos del biofilm en las superficies dentarias y concluyen que la actividad biológica de los componentes del extracto de cáscara de cacao son capaces de reducir su

acumulación en humanos, usando estos componentes en un enjuague bucal ya que los depósitos de biofilm son más fáciles de remover con el cepillado dental debido a que no se unen fuertemente a la superficie dentaria. Éste extracto contiene 12.6% de polifenoles por lo que puede reducir la hidrofobicidad de las superficies celulares de los *S. mutans* y contienen 0.3% de ácidos grasos libres (oleico, palmítico entre otros) que pueden inhibir la adsorción de *S. sanguinis* a la superficie del esmalte. Por lo que concluyen que el extracto de cáscara de cacao reduce significativamente la adherencia de *S. mutans* a las superficies dentales y la formación de biofilm y los números de *S. mutans* en placa in vitro, por lo que puede ser usado en el control de formación de biofilm y formación de caries en humanos. ⁽²¹⁾

Grenby y col en 1974 demostraron que las personas jóvenes con una dieta de leche de chocolate desnatada por 5 días acumulaban menos biofilm que las personas con una dieta normal y Paolino y col, sugieren que los efectos inhibitorios de la cocoa en acumulación de biofilm e inducción de caries se deben a la inhibición de la producción de polisacáridos, como extracto de grasa de cocoa fue encontrada una inhibición de la biosíntesis de polisacáridos extracelulares. Pero que ésta inhibición es proporcional a la concentración de sacarosa contenida en el chocolate.

Ooshima y col, reporta que al administrar el extracto de cacao a la dieta y al agua potable se observa una reducción en la recuperación de cepas de *S. sobrinus* 6715 a partir de la mandíbula así como en el índice de biofilm y record de caries pero las reducciones no son significativas estadísticamente. El extracto de cacao contenido en el chocolate muestra débil actividad antiglucosiltransferasas in vitro y que exhibe una débil pero no significativa actividad cariostática. Por lo que concluye que el chocolate contiene sustancias cariostáticas pero ésta actividad anticaries no suprime significativamente la actividad cariogénica de la sacarosa. ⁽²²⁾



2.4 Propóleo



Figura 33. Propóleo. Fuente: www.ecomaria.com

Origen:

El extracto de Propóleo es producido por la abeja *Tiúba* (*Mellipona compressipes*) (figs. 33 y 34) y representa una nueva opción para la prevención de caries, ya que es una sustancia que se obtiene fácilmente, tiene un bajo costo, es un producto totalmente natural que desde varios años ha sido aceptada en el ámbito de la medicina y cuenta también con la aceptación por parte de la población. Sin embargo hay varios niveles de acción del propóleo a partir de diferentes regiones; estos cambios se asocian a las resinas que las abejas recogen de las plantas presentes en su entorno. (23,24,25)



(A) fuente:
www.lossecretosdelabuelo.com/2008/07/propoleo.html



(B) fuente:
<http://www.culturaapicola.com.ar/logos/abeja1.gif>

Figura 34. Abejas

Propiedades:

Se comienza a usar hace más de 2,300 años principalmente en heridas y para combatir infecciones ya que posee propiedades antibióticas, analgésicas, antioxidantes, bacteriostáticas, bactericidas, antivirales, fungicidas, anestésicas, antiinflamatorias y regeneradoras. A partir de la década de los 60' se efectúan las primeras investigaciones científicas que revelan la compleja estructura del propóleo y ponen de manifiesto numerosas aplicaciones farmacológicas. ⁽²³⁾

Composición:

El propóleo es una mezcla compleja de resinas, ceras, aceites esenciales, polen y microelementos, de consistencia viscosa y de color verde, pardo, castaño, rojizo e incluso puede ser casi negro, dependiendo de su origen botánico. Básicamente se compone de un 50-55% de resinas y bálsamos, 30-40% de cera de abeja, 5-10% de aceites esenciales o volátiles, 5% de polen y 5% de materiales diversos (orgánicos y minerales). Se han identificado más de 160 compuestos, el 50% son fenólicos, a los cuales se les atribuye acción farmacológica. Los principales fenoles identificados son: flavonoides, ácidos aromáticos y sus ésteres, aldehídos aromáticos, cumarinas, triglicéridos fenólicos.

En la naturaleza podemos encontrar diversos tipos de compuestos fenólicos entre los que se pueden citar los ácidos fenólicos (benzoico, cafeico, ferúlico y cinámico) y los flavonoides (flavonoides galangina y pinocembrina).

⁽²³⁾



Mecanismo de acción:

El ácido cinámico y algunos flavonoides desactivan la energía de la membrana citoplasmática, haciéndolas más vulnerables al ataque del sistema inmunológico y potenciando los antibióticos. De esta manera actúa dentro de las bacterias (*S. mutans*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*) para su destrucción o inhibición. Con relación de la caries dental se plantea que el ácido cinámico y el cafeico, ambos presentes en la composición del propóleo poseen actividad contra el *Streptococcus mutans*.

El propóleo elaborado por las abejas del Sur del Brasil disminuyó la incidencia de caries en ratas en un 60% y virtualmente puso fin a la actividad de una enzima la Glucosiltransferasa (**GTF**); es decir el uso de este producto eleva ligeramente la resistencia del esmalte a la desmineralización ácida. Este potencial anticaries se da por la inhibición contra la actividad de las enzimas GTF-B y GTF-C también se sugiere que en la inhibición enzimática podrían estar involucrados los flavonoides presentes en él. ⁽²³⁾

Un extracto preparado con propóleo producido por la abeja *Mellipona compressipes fasciculata* se ha usado en enjuagues bucales debido a su actividad antimicrobiana ante el *S. mutans*. Alves y col. realizaron un estudio donde 21 voluntarios realizaban enjuagues bucales con un extracto de propóleo 3 veces al día por 7 días y evaluaron los resultados con un análisis microbiológico usando un sistema estadístico los resultados reportan una reducción en el número de *S. mutans* lo que afirma el efecto del propóleo en el crecimiento bacteriano. Después de comparar las muestras los autores concluyen que el extracto de propóleo posee actividad antimicrobiana agonista del *S. mutans* y que puede ser usado como una alternativa significativa en la prevención de caries. ⁽²⁴⁾

Investigaciones de Hyun Koo y col, 2002, reportan que el propóleo inhibe la unión del *S. mutans* a la superficie del esmalte, actuando sobre las GTF que es un reconocido factor de virulencia para la caries dental.

Zulma y col, de la Universidad Nacional de Colombia en el 2007, evaluaron la actividad antimicrobiana de cuatro extractos de propóleo argentino, cinco colombianos y uno cubano frente a *S. mutans* ATCC 25175. La actividad bactericida y bacteriostática fue de un rango entre 0.02 y 15mg/ml. La totalidad de las muestras analizadas presentaron actividad contra *S. mutans* a concentraciones de 15 a 3.75mg/ml.

Los propóleos que presentaron mayor efecto bactericida fueron muestras colombianas luego de 48 horas de incubación. El 70% de las muestras de propóleo incrementaron su actividad luego de un tiempo de incubación de 48 horas, en relación con el efecto detectado a las 24 horas. A mayor exposición de las bacterias al propóleo, las muestras colombianas mostraron un efecto superior, las argentinas un efecto moderado y las demás muestras (30%), permanecieron estables. Al evaluar a 24 y 48 horas, mejora la capacidad para destruir el microorganismo, que después de transcurridas 48 horas mejoraron su actividad bacteriostática y bactericida.

El 100% de las muestras de propóleos colombianos y al 50% de los argentinos tuvieron este efecto. Todos los propóleos analizados mostraron algún grado de actividad antimicrobiana sobre *S. mutans*. Los hallazgos del estudio permiten plantear el uso de propóleos activos a *S. mutans* en la prevención de la caries dental, teniendo en cuenta que algunos de ellos incrementan su efecto con el tiempo. ⁽²⁵⁾

Eguizábal y col mencionan que los flavones contenidos en el propóleo presentan alta actividad antibacteriana y poder inhibitorio de las GTF dando



como resultado la reducción de caries dental. Así los colutorios a base de propóleos cuentan con una actividad antimicrobiana semejante a la clorhexidina y las pastas dentales con este producto reducen significativamente el promedio de órganos dentarios afectados con caries. Estos autores evaluaron la acción antibacteriana de un extracto etanólico del propóleo peruano (**EEPP**) estandarizado en el 2004, proveniente del Valle de Oxapampa (Pasco).

Los autores encontraron que la acción antibacteriana del EEPP contra *S. mutans* muestra una mayor tendencia de actividad inversamente proporcional a su concentración, que en el caso del *L. casei*; tal acción antibacteriana en las concentraciones 0.8, 20 y 30% es significativa en comparación al testigo negativo; asimismo, la acción contra *S. mutans* es mayor que en *L. casei*; siendo significativas en las concentraciones de 0.8 y 20%; y también la acción antibacteriana del EEPP al 0.8% es mayor que la acción de la clorhexidina, tanto para *S. mutans* y *L. casei*.

El EEPP en solución al 0.8% tiene una mejor acción antibacteriana contra *S. mutans* y *L. casei* que la Clorhexidina al 0.12%; la acción antibacteriana del extracto contra *S. mutans* muestra una mayor tendencia de actividad inversamente proporcional a su concentración, que en el caso del *L. casei*, además en las concentraciones 0.8, 20 y 30% es significativa en comparación al testigo negativo y que es mayor contra *S. mutans* que en *L. casei*; siendo significativas en las concentraciones de 0.8 y 20%. La acción antibacteriana del EEPP al 0.8% es mayor que la acción de la Clorhexidina, tanto para *S. mutans* y *L. casei*.⁽²⁶⁾

2.5 Té



Figura. 35. Té verde. Fuente: www.ferato.com/wiki/index.php/Dieta_del_Te_Verde

Origen:

El Té Verde (*Camellia sinensis*) es una planta nativa de Asia, cultivada en muchos países del mundo ⁽²⁷⁾ (fig. 35 y 36)



Figura 36. Hojas de té verde. Fuente: www.otexto.net/?p=587

Propiedades:

El Té verde tiene un amplio efecto antiviral, antibacteriano bactericida y anticancerígeno, principalmente. ⁽²⁷⁾

**Composición:**

El té verde contiene polifenoles, flavonoides, ácido tánico y flúor ⁽²⁷⁾

Mecanismo de acción:

El ácido tánico y el flúor que contiene el té verde afectan el crecimiento, la adherencia y el almacenamiento de polisacáridos intracelulares, el flúor inhibe la acción enzimática, así como los flavonoides inhiben la adherencia y la producción de ácido láctico, el ácido tánico inhibe la síntesis de dextranos solubles e insolubles del *S. mutans*.

Como el extracto de té verde se ha usado en pastas dentales Moromi y col, realizaron un estudio utilizando cepas de *S. mutans* ATCC 25175 en el cual encontraron que los cultivos donde se adhirió el extracto de té verde mostró muy poca formación de biofilm y los residuos formados tenían muy poca adherencia con desprendimiento rápido, donde los polifenoles del té se consideraron inhibidores de la adherencia bacteriana por la reducción de la hidrofobicidad del *S. mutans* y el extracto puede inhibir la actividad de los microorganismos cariogénicos por la reducción en la producción de de ácidos por lo que concluyen que el té verde puede ser usado como alternativa en la prevención de formación del biofilm. ⁽²⁸⁾

Sakanaka y col, 1989 y Yoshino y col, 1995 encontraron que el extracto de té verde muestra inhibición del crecimiento de *S. mutans* in vitro. Sakanaka también menciona que inhibe la actividad de las GTF y la formación de glucanos.

Smullen y col, realizaron un estudio comparando la acción de varios tés y frutas que contenían polifenoles y encontraron que el extracto de té verde es más activo que los extractos a partir de té negro; y que el primero tiene un

fuerte efecto que suprime el crecimiento bacteriano de *S. mutans* en comparación con el té negro o el té Oolong; llegaron a la conclusión de que los extractos de plantas que contenían altos niveles de polifenoles inhiben el crecimiento de *S. mutans* y otras bacterias.

La inhibición del *S. mutans* ocurre en presencia de caldos de sacarosa y glucosa, los cuales son dos de los componentes más usados en la comida y que los microorganismos utilizan para la producción de ácidos. De igual forma, la adhesión del *S. mutans* y la síntesis de GTF fueron inhibidas, lo que muestra que los extractos de té tienen un papel importante en la prevención de la caries dental.⁽²⁷⁾



3. MÉTODOS QUÍMICO-MECÁNICOS Y ALTERNATIVAS A LOS MÉTODOS CONVENCIONALES INVASIVOS PARA REMOCIÓN DE CARIES

3.1 Carisolv™



Figura 37. Carisolv. Fuente: <http://prevencion2007.wordpress.com/odontologia-conservadora/>

Es un método de remoción química-mecánica del tejido cariado, conservando el tejido sano.⁽³⁰⁾ (fig. 37)

Origen:

Debido al fracaso de los sistemas anteriores para remoción química-mecánica de caries, dos odontólogos suecos: Bomsteine y Ericson,⁽³¹⁾ crean un nuevo producto en 1990, el Carisolv™⁽³⁰⁾

Propiedades:

Es completamente indoloro, no provoca ningún tipo de vibración ni ruidos, es hemostático, preciso, bien tolerado por los niños,⁽³⁰⁾ y no necesita anestesia.⁽³¹⁾

Composición:

Se compone por dos agentes: un gel cuya base es carboximetilcelulosa con una solución de tres aminoácidos: lisina, leucina y ácido glutámico. El segundo componente es una solución de hipoclorito de sodio al 0.5%, adicionalmente se encuentra la eritrosina. ⁽³⁰⁾

Mecanismo de acción:

Cuando se mezcla el hipoclorito de sodio con aminoácidos, en un pH elevado, el cloro reacciona con los grupos de amina resultando una forma de aminoácidos N-clorado. El cloro naturalmente ligado está activo y puede atacar al colágeno desnaturalizado en la lesión de la caries. El aminoácido N-clorado es inestable, se quiebra relativamente rápido dejando sus componentes. La eritrosina evidencia la dentina cariada lo que ayuda a este método de remoción de caries a ser eficaz.

Azrak y col, en el 2004, compararon la eficacia de la remoción de flora cariogénica del Carisolv™ con la excavación convencional y obtuvieron que en el 90.5% de las muestras tomadas después de la remoción de caries la cuenta bacteriana bajo significativamente, lo que hace comprobable la eficacia del Carisolv™ en remoción de caries dentinaria que es comparable con los resultados obtenidos con el tratamiento convencional e incluso puede servir como alternativa.

En contraste se había publicado en el 2003, por Yazici y col, que al realizar un estudio en el cual compararon la eficacia del Carisolv™ como agente removedor de caries con el instrumental rotatorio de baja velocidad fue más efectivo que el Carisolv™ en remover tejido cariado y que incluso demora menos tiempo. ⁽³⁰⁾



Sin embargo, Guillen y col, en el 2003 realizan un estudio comparativo de la efectividad del tratamiento restaurador atraumático con y sin remoción química-mecánica en dientes deciduos, en el cual observaron que el Carisolv™ preserva el tejido sano y por consiguiente reduce el riesgo de exposición pulpar, remueve toda la caries dental y solo reacciona con la dentina cariada. ⁽³¹⁾

Marquezan y col, 2006 en Brazil, realizaron un estudio en el que comparan al Carisolv™ con los métodos convencionales y mencionan que el Carisolv™ es efectivo en la remoción de caries, los pacientes perciben mayor confort y se reduce la necesidad de utilizar anestesia, muestra una reducción estadística significativa en el conteo de microorganismos viables, aunque se requiere de más tiempo para su aplicación comparado con las técnicas convencionales. ⁽³²⁾

Metodología de uso:

- Primero se realiza un aislamiento relativo
- Después se coloca una gota gel del recipiente con un instrumento Carisolv™, que se coloca sobre la dentina cariada, asegurándose de que la caries quede completamente embebida de gel.
- Se deja que el material actúe por lo menos 30 segundos.
- Escoger un instrumento Carisolv™ en función del tamaño, localización y accesibilidad de la cavidad.
- Raspar la dentina cariada ablandada de la superficie y seguir trabajando cuidadosamente con movimientos de raspado.
- Remover la dentina cariada ablandada con el instrumento Carisolv™, evitando lavar o secar la cavidad.
- Aplicar progresivamente más gel y seguir raspando.

- Repetir el procedimiento hasta que el gel deje de enturbiarse y la superficie parezca dura al usar el instrumento. Verificar con especial atención si hay caries remanente en el límite amelodentinario.
- Si la cavidad parece estar libre de caries retirar el gel y limpiar con una bola de algodón humedecido o lavar, preferentemente con agua tibia.
- Inspeccionar y explorar con una sonda puntiaguda.
- Una vez que se ha conseguido eliminar toda la lesión cariosa, ajustar los contornos de la cavidad con un instrumento manual.
- Restaurar el diente usando ionómero de vidrio.⁽³¹⁾



3.2 Papacarie®

El Papacárie® es un método de remoción química-mecánica del tejido cariado, lanzado al mercado en presentación de gel. ⁽³³⁾ (fig. 38)



Figura 38. Papacarie gel. Fuente: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/ utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp

Origen:

A mediados del 2002 se inician investigaciones y pruebas utilizando como principio activo una enzima extraída de la cáscara de papaya (figs. 39 y 40), la papaína, los cuales culminaron con el desarrollo de una nueva fórmula en el 2003, en Brasil, fue denominada Papacárie®. El método de remoción química-mecánica de la caries fue desarrollado para superar los inconvenientes en cuanto a la utilización de piedras y anestesia local, lo cual es más confortable y conservador del tejido dentario sano. ⁽³³⁾



Figura 39. *Carica Papaya*. Fuente: www.geocities.com/.../fruitdescriptions.html



Figura 40. Flor de *Carica Papaya*. Fuente: www.rain-tree.com/Plant-Images/papaya-pic.htm

Propiedades:

El gel es bacteriostático, bactericida, antiinflamatorio, desinfectante y antimicrobiano. ⁽³⁴⁾

Composición:

El Papacárie® está básicamente constituido por papaína, cloramina, azul de toluidina, sales y espesante, patentado, registrado y aprobado por la ANVISA protocolo número 825779740. ⁽³³⁾

La papaína es una endoproteína de la familia de las cisteínas proteolíticas semejante a la pepsina humana, la cual posee actividad bactericida, bacteriostática y antiinflamatoria, proveniente del látex de las hojas y frutos de la papaya verde madura, *Carica papaya*, cultivada en los países tropicales como: Brasil, India, Ceilán, África del Sur y Hawai. En relación a las otras enzimas naturales, la papaína posee algunas ventajas como: calidad y actividad enzimática; estabilidad en condiciones desfavorables de temperatura, humedad y presión atmosférica; encontrándose en alta concentración en el látex extraído de la cáscara de la papaya y conteniendo un elevado valor comercial debido a la diversidad de usos que presenta. ⁽³⁴⁾

La cloramina es un compuesto formado por cloro y amonio con propiedades bactericida y desinfectante. ⁽³³⁾

Mecanismo de acción general del gel:

Basado en el principio de que un ingrediente activo actúa sobre el colágeno pre-degradado de la lesión promoviendo el ablandamiento del mismo, sin actuar en los tejidos sanos adyacentes y sin provocar estímulos dolorosos, uniendo así, características atraumáticas con la acción bactericida y



bacteriostática, convirtiendo la remoción química y mecánica del tejido cariado en una alternativa eficaz para el tratamiento de las lesiones de caries. ⁽³³⁾

Mecanismo de acción de la papaína:

Interactúa con el colágeno parcialmente degradado del tejido cariado. El gel rompe la unión entre las fibrillas de colágeno de la dentina cariada, dejando intacta la dentina sana, que por no estar desmineralizada ni tener fibras de colágeno expuestas, no sufre la acción del producto. La papaína actúa como debridante antiinflamatorio, no dañando el tejido sano, acelerando el proceso cicatrizante. Al iniciarse el tratamiento con la papaína, hay aumento de la secreción local, ablandamiento del tejido necrosado, desprendiendo los bordes de la lesión y un pequeño aumento de su diámetro (halo de hiperemia).

El tejido necrosado se desprende y ocurre una disminución rápida y gradual del halo de hiperemia, acelerando el proceso de cicatrización, disminuyendo, de esa forma, el periodo de recuperación de las lesiones en los pacientes que utilizan la enzima. La papaína actúa sobre el tejido lesionado debido a la ausencia de una antiproteasa plasmática, la α_1 -anti-tripsina, que impide su acción proteolítica en tejidos considerados normales.

La α_1 -anti-tripsina inhibe la digestión de proteínas, por lo tanto, como el tejido infectado no presenta α_1 -anti-tripsina, la papaína actúa "quebrando" las moléculas de colágeno parcialmente degradadas por la acción de la caries, ya que la misma tiene capacidad de digerir células muertas. ^(33,34)

Mecanismo de acción de la cloramina:

La cual es utilizada para ablandar químicamente la dentina cariada, de modo que el colágeno degradado es clorado por la solución usada en la remoción química-mecánica. Las cloraminas son utilizadas para ablandar químicamente la dentina cariada, así como, la porción degradada del colágeno de la dentina cariada es coloreada por la solución utilizada en la remoción química y mecánica de la caries. Esta coloración afecta la estructura secundaria y/o cuaternaria del colágeno, rompiendo los puentes de hidrógeno y facilitando así la remoción del tejido cariado. La utilización de la cloramina da como resultado túbulos dentinarios abiertos en la capa externa de la dentina cariada, túbulos dentinarios cerrados son vistos luego de la utilización del hipoclorito de sodio. La cloramina al 0,5% no es tóxica para los tejidos bucales sanos, adyacentes y pulpares, pudiendo ser utilizado con seguridad en la remoción del tejido dentinario infectado. ^(33,34)

La porción degradada del colágeno de la dentina cariada es coloreada por la solución utilizada en la remoción química y mecánica de la caries. ⁽³³⁾

Mecanismo de acción del azul de toluidina:

Como la mayoría de las bacterias bucales no absorben la luz visible, se utiliza un fotosensibilizador no tóxico, el azul de toluidina, el cual se fija a la pared bacteriana, potencializando la acción antimicrobiana del gel cuando se asocia la técnica al uso del láser de baja potencia. Este es un colorante muy utilizado en la terapia fotodinámica para la obtención del efecto antimicrobiano sobre microorganismos bucales siendo una alternativa interesante en la prevención y en el control de la caries.



En esa terapia, la luz emitida por un láser de baja potencia activa un fotosensibilizador específico que va a demostrar un efecto letal sobre los microorganismos. El sistema es altamente efectivo destruyendo al *Streptococcus mutans*. Aunque la acción bacteriana aumenta de acuerdo con el aumento de la dosis de energía LASER. De esta forma, la utilización del azul de toluidina en el sistema Papacárie® en conjunto con el LASER, potencializa la acción antimicrobiana del gel. ⁽³³⁾

Sandra Kalil, y col; evaluaron la citotoxicidad *in vitro* del Papacárie® en cultivo de fibroblastos cuyo objetivo era verificar la biocompatibilidad de las diferentes concentraciones de papaína (2%, 4%, 6%, 8% y 10%) para la estandarización del nuevo gel, y concluyeron que cualquiera de las concentraciones de papaína era factible. La evaluación de la capacidad antimicrobiana del gel, se llevó a cabo por medio de pruebas microbiológicas y se observó una mayor actividad antimicrobiana del Papacárie® para *Streptococcus* y *Lactobacillus*, concluyéndose que éste producto tiene material antimicrobiano. La MEB (Microscopía Electrónica de Barrido), demostró que hay una mayor preservación estructural con ausencia bacteriana en la dentina utilizando el sistema Papacárie® que con las técnicas convencionales. ^(33,34)

El Papacárie® promueve la remoción del tejido cariado infectado, preservando al máximo los tejidos sanos adyacentes, sin ocasionar cualquier daño a los tejidos bucales. La presentación del Papacárie® es en forma de gel, estando disponible en jeringas de 3 ml de solución. ⁽³³⁾ (figura 38)

Metodología de uso:

Para la utilización del Papacárie® en la remoción del tejido cariado adoptaron la siguiente metodología:

- Toma radiográfica;
- Profilaxis de la región;
- Lavado con rociado de agua y de aire o con torundas de algodón y agua; (fig. 41)
- Aislamiento relativo del campo operatorio



Figura 41. Foto inicial. Fuente: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp

- Aplicación del Papacárie® dejándolo actuar por 30 a 40 segundos (fig. 42)



Figura 42. Aplicación del papacarie. Fuente: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp



- Remoción del tejido infectado con la parte inactiva de la cureta (porción sin corte) o una cureta sin corte, promoviendo un movimiento de péndulo, raspando el tejido blando y no cortando. (fig. 43)



Figura 43. Remoción del tejido cariado. Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp

- Si hubiera necesidad, que generalmente ocurre, reaplicar el producto, no siendo necesario lavar la cavidad entre las aplicaciones; (fig. 44)



Figura 44. Reaplicación. Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp

- Cuando todo el tejido infectado fuera removido notamos como característica principal el aspecto vítreo de la cavidad (fig. 45)



Figura 45. Aspecto vítreo de la cavidad. Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp

- Remoción del aislamiento relativo;
- Lavar y secar la región con clorhexidina al 0.12%, con una torunda de algodón embebida en agua o rocío de agua;
- Secar;
- Restauración de la cavidad, con ionómero de vidrio convencional (fig. 46)



Figura 46. Colocación de ionómero de vidrio. Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp



Comparado con el método convencional, el sistema Papacárie® es significativamente menos doloroso, ya que la mayoría de los pacientes sometidos a la técnica no relataron sintomatología dolorosa, en la mayoría de los casos, aquellos que la presentaron, demostraron baja sensibilidad, además de eso, se redujo el riesgo de exposiciones pulpares, sin causar daños a los tejidos sanos, lo que lo convirtió en un excelente aliado para la remoción de caries.⁽³³⁾

El Papacárie® une las propiedades de remoción atraumática de la caries con la acción bactericida, bacteriostática y antiinflamatoria. Efectivo en la remoción del tejido cariado infectado, une características antimicrobianas con practicidad, facilidad y seguridad en su utilización, siendo, por lo tanto, una alternativa factible para la remoción de las lesiones de caries.⁽³⁴⁾

3.3 Ozonoterapia dental

Es un método alternativo para el tratamiento de enfermedades bucodentales, que usa al oxígeno como antimicrobiano. (fig. 47)



Figura 47. Aparato de ozonoterapia.
Fuente: Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾

Origen:

El químico Alemán, Christian Friedrich Schönbein es considerado el padre de la ozonoterapia (1840). Cuando pasó una descarga eléctrica a través de agua, fue producido un olor raro, que llamó ozono, proveniente de la palabra griega *ozein* que significa olor. (fig.48)



Figura 48. Producción de ozono por Christian Friedrich.
Fuente: Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾

La ozonoterapia fue limitada por la falta de materiales resistentes al ozono debido a que es oxidante y los materiales fueron manufacturados hasta 1950 como son: nylon, dacrón y teflón.



Edgard Fisco fue el primer dentista en usar el ozono en 1950, para tratar al cirujano Alemán Ernst Payr quién entonces estaba entusiasmado con el ozono y empezaba una línea de búsqueda dedicada a su uso en el cuidado de la salud. ⁽³⁵⁾

Joachim Hänslar, físico y médico alemán, junto a otro médico Hans Wolf, en 1917, durante la primera Guerra Mundial, desarrollaron el primer generador de ozono para uso médico. ^(35, 36)

El odontólogo alemán E.A. Fisco comienza la aplicación del ozono en los tratamientos dentales con enjuagues de agua ozonizada. ⁽³⁶⁾

El ozono se compone químicamente por tres átomos de oxígeno (O_3), (fig. 49)

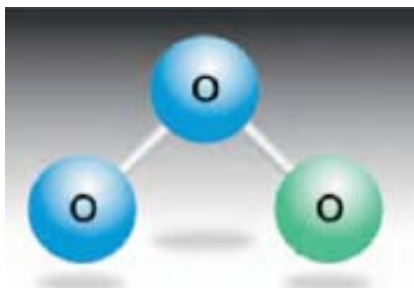


Figura 49. Ozono. Fuente: Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry ⁽³⁵⁾

El ozono es producido naturalmente por siguientes métodos:

- El ozono es creado cuando una molécula de oxígeno recibe una descarga eléctrica sufriendo una ruptura en dos átomos de oxígeno. (fig. 50)



Figura 50.ruptura de la molécula del oxígeno. Fuente: Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry ⁽³⁵⁾

- Los átomos individuales, combinados con otra molécula de oxígeno forman una molécula de ozono. (fig. 51)

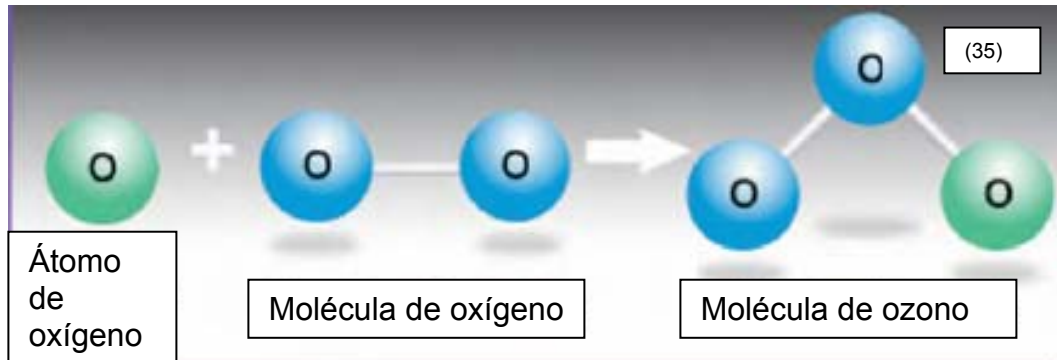


Figura 51. Formación de la molécula del ozono. Fuente: Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾

- A partir de rayos ultravioleta solares que juegan un papel en las descargas eléctricas sobre el oxígeno presente en la estratósfera, así, crean la capa de ozono que absorbe la mayoría de la radiación ultravioleta emitida por el sol.

El ozono que se usa en medicina es hecho a partir de oxígeno puro porque la concentración del oxígeno en la atmósfera es variable. El aire atmosférico se constituye por 71% de nitrógeno, 28% de oxígeno, y 1% de otros gases, incluyendo ozono que es alterado por procesos relacionados con la altitud, temperatura y contaminación del aire.⁽³⁵⁾

Los diferentes sistemas para generar el ozono son:

- Sistema Ultravioleta: produce bajas concentraciones de ozono, este es usado para estéticas, saunas y para purificación de agua.⁽³⁵⁾ Se necesita un tanque de oxígeno como fuente de alimentación externa.⁽³⁶⁾ (fig. 52)



Figura 52. Aparato generador de ozono por rayos ultravioleta. Fuente: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

- Sistema de descarga de Corona: produce altas concentraciones de ozono. Este es el sistema más comúnmente usado en medicina y odontología, este es fácil de usar y puede controlarse el ritmo de producción del ozono.⁽³⁵⁾ Necesitan la alimentación externa de oxígeno por medio de un tanque y tienen una producción alta de ozono. (fig 53)



Figura 53. Aparato generador de ozono por descarga de corona. Fuente: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

- Sistema de plasma en frío: consisten en una sonda de cristal con gases Helio, Neón y Argón que se activa por una fuente eléctrica que, al ponerse en contacto con los tejidos, estimula el oxígeno contenido en la hemoglobina, produciendo el ozono, es también usado en odontología, teniendo la ventaja de que no necesita alimentación

externa de oxígeno. Este sistema produce el oxígeno aprovechando el que se encuentra en los tejidos y, al colocar la sonda del aparato sobre la superficie afectada, ésta produce una reacción de estimulación de los átomos de oxígeno de la sangre, y la convierte en átomos de ozono en cantidades necesarias para regenerar el área dañada sin riesgos de intoxicación.⁽³⁶⁾ (fig. 54)



Figura 54. Aparato generador de ozono por plasma en frío.
Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

Propiedades:

El ozono es uno de los más poderosos agentes antimicrobianos que pueden usarse en odontología⁽³⁷⁾. El ozono es bactericida, fungicida, virucida y tiene efecto antiprotozoarios.^(35, 36,38, 39, 40)

A demás de su efecto germicida, produce un aumento en el tejido sanguíneo y estimula los glóbulos rojos, lo que produce una mayor oxigenación de la sangre con mejor circulación, aumentando las proteínas y produciendo una acción antiinflamatoria.⁽³⁶⁾

La acción bactericida en patógenos humanos se reportan en concentraciones entre 0.3 hasta 0.9ppm. Oizumi y col, reportaron que 20mg/h de ozono son



requeridos para desinfectar dentaduras que contengan las cepas de *S. mutans* IID 973, *S.aureus* IID 973 y *C. albicans* LAM 14322. ⁽³⁸⁾.

El ozono tiene la capacidad de estimular el sistema circulatorio y regular la respuesta inmune, haciendo de ésta terapéutica un agente selectivo en el tratamiento de más de 260 patologías. ⁽³⁵⁾

Composición:

El ozono usado en medicina es una mezcla de oxígeno puro y ozono puro en la razón de 0.05% a 5% de O₃ y 95% a 99.95% de O₂, debido a la inestabilidad de la molécula de ozono usada en medicina tiene que ser preparada inmediatamente antes de usarla. En menos de una hora después de la preparación solo la mitad de la mezcla es todavía ozono y la otra mitad es transformada en oxígeno. ⁽³⁵⁾

Mecanismo de acción:

El ozono se utiliza en odontología para el tratamiento de caries dental, esterilización de cavidades, periodontopatías, tratamiento de conductos, lesiones herpéticas, prostodoncia, cirugía, etc.

La ozonoterapia usada en caries dental tiene un gran potencial como una modalidad atraumática de tratamiento ya que muestra reducción significativa en el número de microorganismos en las lesiones cariosas *in vitro* en corto tiempo. El ozono aplicado 20 segundos en la lesión cariosa *in vivo* resulta en la reducción del número de microorganismos presentes hasta en un 99%. El impacto oxidativo en la microbiota se relaciona con el tiempo de aplicación el cual se ha sugerido entre 20-40 segundos. ⁽³⁵⁾

El potencial de oxidación del ozono induce la destrucción de la pared celular y membranas citoplasmáticas de bacterias y hongos. Durante este proceso, el ozono ataca glicoproteínas, glicolípidos y otros aminoácidos e inhiben y bloquean el sistema de control enzimático de la célula. Esto da como resultado un incremento en la permeabilidad de la membrana, elemento clave de la viabilidad de la célula, provocando el cese inmediato de las funciones.

La molécula de ozono realmente puede entrar en la célula y causar la muerte del microorganismo. También puede atacar muchas biomoléculas, como la cisteína, metionina, histidina y los residuos de proteínas. El ozono puede descarboxilar el ácido pirúvico producido por las bacterias cariogénicas hasta ácido acético. ⁽³⁹⁾

Azarpazhooh y col, en el 2008 realizan una recopilación literaria de los artículos publicados del uso del ozono en el tratamiento odontológico y concluyen que el ozono, muestra evidencia *in vitro* de biocompatibilidad con las células epiteliales humanas, los fibroblastos gingivales y las células periodontales, que es un potente agente desinfectante para remoción del biofilm y un efectivo agente bactericida para remoción de *S. mutans*, *S. aureus* resistentes a la meticilina, *C. albicans* y *Enterococcus faecalis*. Mencionan que también puede ser usado como agente antimicrobiano profiláctico previo a la colocación de selladores de foseas y restauraciones, por no presentar interacciones negativas con las propiedades físicas del esmalte ni restauraciones adhesivas. ^(37, 39)

Hodson y col, mencionan que el tratamiento con ozono está indicado en el manejo de caries en foseas y fisuras debido a que mata las bacterias de la lesión cariosa y oxida el material orgánico dentro de la dentina cariada. Esto abre los canales dentro de la dentina permitiendo la penetración del calcio,



fosfato e iones fluoruro permitiendo la hipermineralización de la superficie y haciéndolas más resistentes las superficies a la subsecuente descomposición. Estudios *in vitro* muestran que el ozono es efectivo en la reducción de los niveles de *S. mutans* y *S. sobrinus* recolectados a partir de caries activa y *S. mutans* en biofilm. Sin embargo encontraron reportes en los cuales el ozono no muestra un efecto considerable en la reducción del número de microorganismos y concluyen que aún no hay buenas evidencias clínicas que apoyen el uso del ozono en el tratamiento de caries dental.⁽⁴¹⁾

Baysan y col, realizaron un estudio donde evaluaron el efecto antimicrobiano del ozono en caries en dentición primaria *in vivo* y demostraron que la dentina cariosa que fue expuesta 10-20 segundos al ozono presenta una reducción sustancial en los niveles totales de microorganismos. Y que produce una rápida inactivación de los microbios, además que mata microorganismos por la ruptura de su membrana. Concluyen que la exposición al ozono por 10-20 segundos reducen el número de *S. mutans* y *S. sobrinus* y que puede ser considerado una alternativa al tratamiento convencional de la caries dental.⁽⁴²⁾

Metodología de uso:

- Se realiza el diagnóstico de la profundidad de la caries con un aparato “Caries Meter”, el cual indica con la luz naranja que abarca esmalte y dentina. (fig. 55)



Figura 55. Diagnóstico de la profundidad de la caries. Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

- Se coloca la sonda de ozono para caries durante 1 minuto. (fig. 56)



Figura 56. Sonda de ozono. Fuente:

http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

- Comprobación de la eliminación de la actividad cariosa inmediatamente después de la aplicación del ozono mediante el “Caries Meter”, cuando marca verde representa la ausencia de caries que comprueba la eficacia del ozono sobre las superficies cariosas y se puede obturar.(fig. 57)



Figura 57. Diagnóstico de la profundidad de la caries. Fuente:

http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

- Aspecto del órgano dentario después de la obturación. (fig. 58)



Figura 58. Diagnóstico de la profundidad de la caries. Fuente:

http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp



3.4 LASER dental

La palabra LASER es un acrónimo de “Light Amplification by Stimulated Emisión of Radiation”, o sea, Luz Amplificada por Emisión Estimulada de Radiación. ⁽⁴³⁾

(fig. 59)



Figura 59. Aparato LASER. Fuente: http://www.drenriqueledergerber.com/invisalign_quees.htm

Origen:

En 1916, Albert Einstein teoriza que la amplificación fotoeléctrica puede emitir una frecuencia simple, o emisión estimulada, la cual explica como opera el LASER. En gas o en medio sólido es rodeado por un mecanismo bomba que suministra la energía inicial fotón por medio de una corriente eléctrica o por una lámpara de luz estroboscópica. Los fotones son estimulados y amplificados por reflexión y resonación hasta una luz LASER que puede ser foco o emitirse.

El LASER ha sido usado por la comunidad médica desde 1970s. En 1980s se comienza a usar el LASER de dióxido de carbono (CO₂) para procedimientos en tejidos blandos, y en 1989 se introduce el primer LASER específicamente designado para el uso en odontología. ⁽⁴³⁾

Propiedades:

El LASER dental es antibacteriano y aumenta la resistencia al ataque de los ácidos al reducir la permeabilidad del esmalte.

Los LASER reducen significativamente las bacterias en la pared de la preparación de la cavidad, eliminan la capa manchada en la superficie de la dentina y proveen beneficios pulpares ya que facilitan el confort del paciente y minimizan la sensibilidad postoperatoria, a demás de ser muy seguros cuando ocurre un inesperado movimiento por el paciente. ⁽⁴³⁾

Composición:

La luz LASER es una forma de radiación electromagnética con un espectro en el rango a partir de los rayos gamma hasta ondas de radio. Los LASER dentales tienen longitudes de onda entre los 488 y 10,600nm y son emitidos a partir de la radiación no ionizada, la cual, a diferencia de la radiación ionizada, no es mutagénica para el ADN que compone la célula.

La luz LASER se puede distinguir de la luz ordinaria por dos propiedades: la luz LASER es monocromática porque solo genera un rayo de simple color, el cual a veces es invisible. Cada onda de luz LASER es coherente, o idéntica físicamente en tamaño y forma.

En odontología, hay cuatro LASER en el espectro de luz visible:

- LASER Argón (Ar): Azul, longitud de onda de 488nm.
- Ar LASER: Azul-verde, con longitud de onda de 514nm.
- LASER Neodimio (Nd) itrio, aluminio y granate (YAG) con un cristal de fosfato, titanio y potasio: Verde, con longitud de onda de 532nm.



- LASER de bajo nivel: Rojo no quirúrgico, con longitudes de onda de 635nm (para terapia) y 655nm (para detección de caries).

Los diodos LASER utilizados en operatoria dental son:

- Diodo LASER de Neodimio Itrio-Aluminio-Granate (Nd:YAG), con una longitud de onda de 1,064nm.
- Diodo LASER de Erbio Itrio-Aluminio-Granate (Er:YAG), con una longitud de onda de 10,600nm. ⁽⁴³⁾

Mecanismo de acción:

El LASER de la familia del Erbio (Er) es seguro y eficiente para la remoción de caries y preparación dental para restauraciones directas. El agua, presente en todos los tejidos en diferentes cantidades, fácilmente absorbe las longitudes de onda del Er. La dentina cariada contiene más agua que la dentina sana, una baja cantidad de energía LASER puede usarse en la ablación de la dentina cariada. ⁽⁴³⁾

El LASER es disparado de forma pulsante sobre un tejido y causa una violenta evaporación del agua en el punto irradiado dando como resultado una microexplosión del tejido duro circundante, a este proceso se le conoce como ablación. ⁽⁴⁴⁾ (fig. 60)

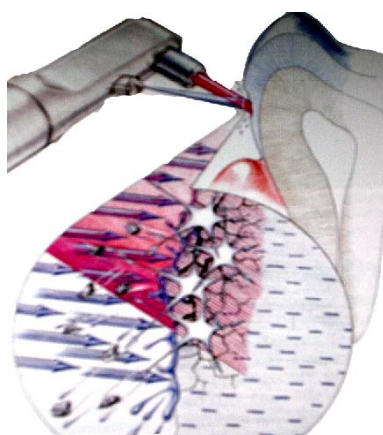


Fig. 60 Mecanismo de ablación. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)

El mecanismo acostumbrado para la llevar a ablación o la descomposición biológica de un material biológico es fotoquímico, térmico o mediado por plasma. La ablación fotoquímica no es muy efectiva en el tratamiento de tejidos duros dentales, y los LASER para ablación mediada por plasma todavía están en desarrollo para la aplicación en el mercado.

En la ablación térmica la energía entregada por el LASER es captada dentro del material irradiado por un proceso de absorción producida por un aumento de la temperatura en la zona. Después de alcanzar cierta temperatura, se derrite, vaporiza o sublima el material irradiado que puede ser removido. La remoción se realiza por expulsión vía expansión del material calentado o por la aplicación de un chorro de un fluido adicional, hasta soplarlo fuera. ⁽⁵⁾

La selectividad natural de las longitudes de onda del LASER Er ofrece una significativa ventaja sobre los métodos convencionales rotatorios y manuales. La regla básica para algún procedimiento LASER es comenzar con el mínimo poder necesario para llevar a cabo el objetivo del tratamiento.

Los tejidos dentales que contengan más agua necesitarán menos cantidad de energía LASER para producir su ablación.

El LASER Nd:YAG es indicado para remoción de caries incipientes en esmalte, sin embargo, es ineficiente para la remoción de caries en dentina o cemento. ⁽⁴³⁾

El LASER Er:YAG, se encuentra en estado sólido, en el cual el medio activo está constituido por un cristal de itrio-aluminio-granate contaminado con moléculas del metal Erblio, su radiación se encuentra dentro del rango de luz infrarroja, tiene una longitud de onda de 2940nm, la cual se caracteriza por ser absorbida por el agua por lo que es indicada y precisa para la ablación de



tejidos biológicos que la contienen, además de ser muy a fin a la hidroxiapatita, lo que explica su capacidad de ablación sobre el esmalte, dentina y hueso.

Éste LASER produce una pequeña generación de calor dentro de los tejidos subyacentes y una mínima elevación de la temperatura en la pulpa cameral.
(44)

Metodología de uso:

- Se retira la caries con una cucharilla y se coloca un indicador de caries. (fig. 61)

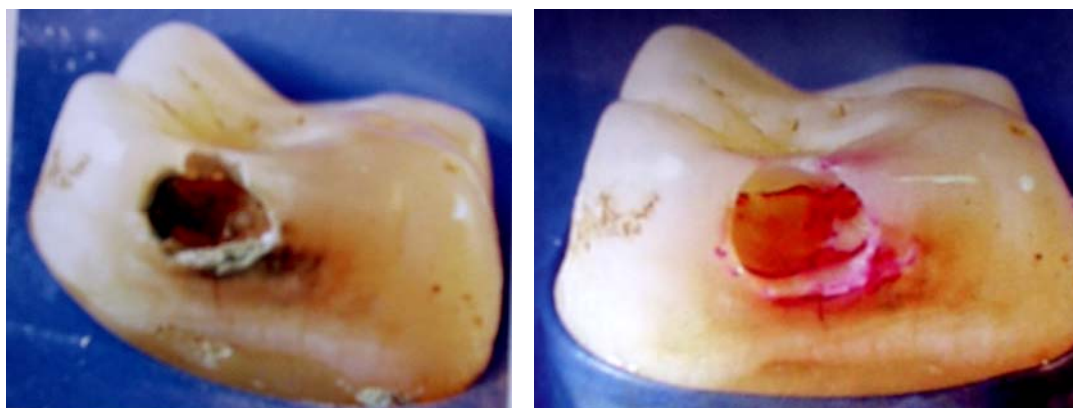


Fig. 61. Indicador de caries. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)

- Se utiliza el LASER ER:YAG. (fig. 62 y 63)

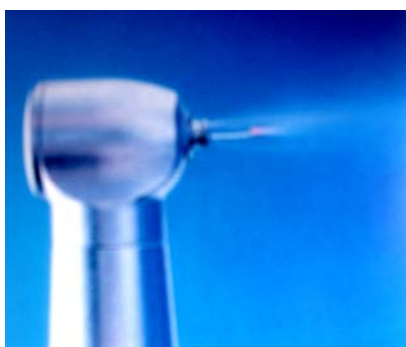


Fig. 62. LASER Er:YAG. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)



Fig. 63. Aplicación del LASER. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)

- Apariencia de la cavidad después de aplicar el LASER. (fig. 64)

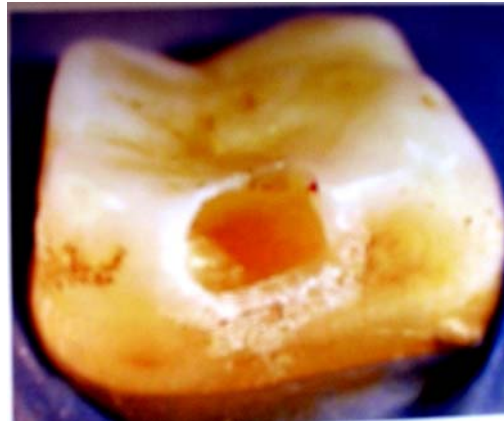


Fig. 64. Cavidad. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)

- Diente obturado (fig. 65)

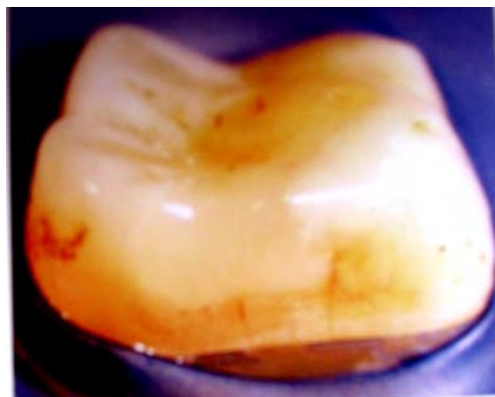


Fig. 65. Obturación. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)



3.5 Terapia fotodinámica

Definición:

La terapia fotodinámica también denominada fotosensibilización letal (aldo) o Desinfección Proactivada, se define como: un método de desinfección o esterilización en tejidos duros y blandos por aplicación tópica de un componente sensibilizador en el sitio y la irradiación con luz LASER con una longitud de onda que absorba el fotosensibilizador hasta la destrucción de los microorganismos del sitio. ⁽⁵⁾

Origen:

La acción antimicrobiana de la terapéutica LASER fue estudiada en un proceso conocido como terapia fotodinámica en la cual un LASER de baja potencia activa un fotosensibilizador específico con lo que se provoca un efecto letal en las bacterias. ⁽⁴⁵⁾

Michael Wilson y col del Eastman Dental Institute in London introducen la terapia fotodinámica a la odontología, estabilizando su uso en la cavidad oral.

Esta terapia se usaba en casos de carcinoma in situ y carcinoma de células escamosas con lo que se obtenía una respuesta en el 90% de los casos, los sitios tratados con ésta terapia muestran eritema, edema, seguidos de necrosis y franca ulceración, ésta ulceración tarda 8 semanas en sanar completamente y apoyándose con anestesia que es requerida poco en las primeras semanas. Siendo menos destructiva para los tejidos normales que los tratamientos convencionales como la radioterapia. ⁽⁵⁾

Propiedades:

La aplicación de la terapia fotodinámica produce un efecto letal bactericida en *S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. cricetus*, *Lactobacillus casei*, *L. acidophilus*, y *Streptococcus* del grupo *mutans* presentes en saliva humana.

Ésta técnica tiene algunas ventajas respecto al uso de agentes tradicionales antimicrobianos, como una acción bactericida más rápida por medio de la liberación de radicales libres en un relativo corto tiempo lo que evita la aparición de resistencia bacteriana.

A demás de ser una terapia atraumática, en el tratamiento de las lesiones cariosas promueve la remoción selectiva de dentina durante la preparación de cavidades, y se asegura la esterilización de la cavidad lo que mejora el pronóstico de los tratamientos ya que reduce la recidiva de caries en restauraciones dentales. ⁽⁴⁵⁾

Composición:

El tratamiento se compone de la aplicación de un fotosensibilizador y un LASER de baja potencia. ⁽⁵⁾

Fotosensibilizadores:

Los fotosensibilizadores más comúnmente usados para la terapia fotodinámica son: azul de toluidina, azul de metileno, cristal violeta, entre otros. (fig. 66)



Fig. 66. Azul de toluidina. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)



Varios fotosensibilizadores son agonistas activos de algunos microorganismos, ya que interactúan electrostáticamente con las membranas celulares de las bacterias. El azul de toluidina y azul de metileno muestran ser agonistas efectivos de bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Una propiedad clave de los fotosensibilizadores es que absorben la luz LASER en la porción roja del espectro visible o a una longitud de onda cerca de la región infrarroja. ⁽⁵⁾

LASER:

Los tipos de LASER usados comúnmente en la Terapia fotodinámica (fig. 66) operan en la porción roja visible del espectro electromagnético e incluye diodos LASER arseniuro aluminio de galio ($\lambda = 633-635\text{nm}$ o $\lambda = 660-670\text{nm}$ de longitud de onda) y el LASER de gas helio-neón ($\lambda = 632.8\text{nm}$). (fig. 67) Debido a que los parámetros

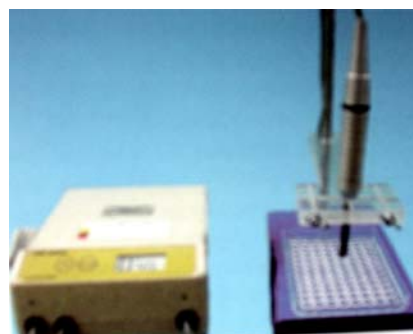


Fig. 67. LASER. Fuente: Moritz. Oral Laser application (5)

producidos (poder y longitud de onda) de los diodos LASER pueden modificarse por calentamiento, los sistemas usan un aparato de enfriamiento Peltier colocado en la superficie de la parte trasera del diodo LASER.

(fig. 68)

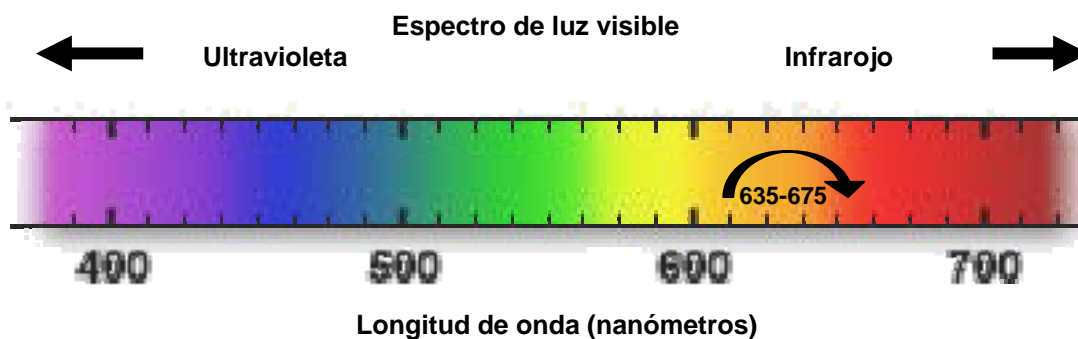


Fig. 68. Espectro de luz visible <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/espectro.gif>

Los parámetros típicos de la terapia fotodinámica para la muerte efectiva de los microorganismos es del orden de $15\text{J}/\text{cm}^2$ (rango a partir de $10\text{-}20\text{ J}/\text{cm}^2$), usando un LASER con una producción superior a 100mW (medida de la parte distal final de la fibra óptica del sistema). Las terapias fotodinámicas más complejas usan patrones de emisión esféricos para lesiones cariosas o cilíndricas para conductos radiculares. ⁽⁵⁾

Mecanismo de acción:

La mayoría de las bacterias orales no absorben la luz visible de algunos LASER de baja potencia, por ello el uso de un agente de absorción oral no tóxico, que se adhiere a la pared bacteriana y atrae la luz del LASER para promover la acción antibacterial en microorganismos orales, durante la terapia fotodinámica. En la cual se forman moléculas reactivas como una capa de oxígeno, iones superóxido y otros radicales libres provocan más daño e incluso la muerte de las células bacterianas. El fotosensibilizador actúa como un agente de absorción óptica de la luz LASER lo que ayuda a evitar daños tóxicos o irritación de los tejidos adyacentes.

El uso de azul de toluidina asociado a un LASER de baja potencia ha demostrado ser eficiente en la obtención de un efecto antimicrobiano en bacterias patógenas ya que se observa una reducción estadística significativa en el conteo de microorganismos después de la terapia fotodinámica. ⁽⁴⁵⁾

El mecanismo de acción de la terapia fotodinámica se basa en la interacción de un agente antimicrobiano fotosensibilizador y una fuente de luz. Cuando el agente fotosensibilizador se expone a una fuente de luz de una longitud de onda particular, este absorbe fotones de energía con subsecuente transición electrónica al siguiente estado - el oxígeno singlete del estado excitado. A



partir de aquí los electrones pueden desprenderse y soltar la ganancia de energía vía electrónica o por procesos físicos (fluorescencia) o pueden saltar al próximo nivel excitado (intersistema cruzado) - oxígeno triplete del estado excitado.

Si la molécula sigue el primer o segundo sendero es determinado por la estructura molecular y por el medio ambiente circundante. Ya que se formo el oxígeno triplete del estado excitado (que es una especie más estable), las moléculas pueden desprenderse y reaccionar con las moléculas de oxígeno, transfiriendo ésta energía a la molécula, las reacciones que toman lugar con el oxígeno son de dos tipos: Aquellos que aumentan radicales hidroxilo, iones superóxido, peróxidos y radicales con inducción de reacciones redox con el medio ambiente circundante y aquellos que resultan en la formación de capas lábiles de oxígeno o especies reactivas de oxígeno.

Si la muerte bacteriana es alcanzada es determinada por la forma en que las moléculas del oxígeno triplete son generadas a partir de fotosensibilizadores y éstos en giro son determinados por cuanto pueden quedarse en el estado de oxígeno triplete. La formación de capas lábiles de oxígeno y la mencionada cascada de reacciones redox son los principales mecanismos que destruyen las células bacterianas y los componentes celulares. ⁽⁵⁾

CONCLUSIONES

Mediante la recopilación bibliográfica de los métodos naturales químicos y físicos que ayudan a la prevención y el tratamiento de la caries dental se encontró que realmente tenemos alternativas a los procedimientos convencionales invasivos con estos fines.

Debido a las resistencias bacterianas presentadas a algunos antimicrobianos provocadas por el uso indiscriminado de éstos, es preciso tener alternativas preventivas y terapéuticas.

Los productos naturales que ayudan a la prevención de caries como el extracto de *Allium sativum*, jugo de *Vaccinium macrocarpon*, extracto de la cáscara *Theobroma cacao*, así como algunos chocolates industrializados con alto contenido en cacao, propóleo y algunos tés muestran efecto antimicrobiano sobre las principales bacterias cariogénicas y pueden ser considerados alternativas a la prevención de la caries dental.

Los métodos químico-mecánicos para remoción de caries son alternativas al tratamiento invasivo convencional, presentando la ventaja de que no se requiere anestesia para la realización del tratamiento y se obtienen cavidades libre de microorganismos.

Los métodos físicos son muy efectivos en la remoción de caries ya que tienen un gran poder bactericida promoviendo la esterilización de las cavidades, lo que propicia la disminución de recidiva de caries en las restauraciones dentales, aunque su costo es más alto que el de los métodos convencionales, no se presentan vibraciones, ni ruidos en el tratamiento, pueden realizarse restauraciones más conservadoras ó mínimamente invasivas, pero necesitan de un instrumental y aparatología especializados .



FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DEL TEXTO

1. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/ris.html>
2. Linares E. Tés curativos de México. Segunda edición. México: Editorial Instituto de Biología, 1990.
3. http://74.125.95.104/search?q=cache:tU9mTCjyWlsJ:www.economia-montevideo.gob.mx/Diario_Oficial/2003/11ago03.pdf+farmacopea+herbolaria&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=mx
4. <http://www.cofepris.gob.mx/sfs/sfs.htm>
5. Moritz A. Oral Laser Application. Germany: Editorial Quintessenz Verlags-GmbH, 2006.
6. García J.A, Picazo JJ. Microbiología Médica General. España: Editorial Mosby, 1996. Tomo I. y tomo II.
7. Cuenca E, Bacca P. Odontología preventiva y comunitaria principios, métodos y aplicaciones. Tercera edición. España: Editorial Masson, 2005.
8. Riethe P, Günter R. Atlas de Profilaxis de la caries y tratamiento conservador. Germany: EditorialSalvat S.A. 1990.
9. Samaranayake L. Essential Microbiology for Dentistry. Tercera Edición. China: Editorial Churchill Livingstone Elsevier, 2006.
10. Liebana J. Microbiología Oral. Segunda edición. España: Editorial McGraw-Hill Interamericana. 2002.

11. Seif T. Cariología Prevención, diagnóstico y tratamiento contemporáneo de la caries dental. Venezuela: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericana, C.A. 1997.
12. Bakri IM, Douglas CWI. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. Arch Oral Biol 2005; 50, 645-651.
13. Álvarez HA. Diccionario de herbolaria: plantas curativas de la A a la Z. Quinta edición. México: Editorial Posada. 1989.
14. Fani MM, Kohanteb J, Dayaghi M. Inhibitory activity of garlic (*Allium sativum*) extract on multidrug-resistant *Streptococcus mutans*. J Indian Soc Pedod Prevent Dent 2007; 25(4), 164-168.
15. Koo H, Nino P, Schobel BD, Vacca AV, Bowen WH. Influence of Cranberry Juice on Glucan-Mediated Processes Involved in *Streptococcus mutans* Biofilm Development. Caries Res 2006; 40: 20-27
16. Duarte S, Gregoire S, Singh AP, Vorsa N, Schaich K, Bowen WH , Koo H. Inhibitory effects of cranberry polyphenols on formation and acidogenicity of *Streptococcus mutans* biofilms. FEMS Microbiol Lett 2006; 257(1): 50-56.
17. Magariños HL, Sahr C, Selaive SD, Costa ME, Figuerola FE, Pizarro OA. In Vitro inhibitory effect of cranberry (*Vaccinium macrocarpom* Ait.) juice on pathogenic microorganisms. Appl Biochem Microbiol 2008; 44(3): 300-304.



18. Gregoire S, Singh AP, Vorsa N, Koo H. Influence of cranberry phenolics on glucan synthesis by glucosyltransferases and *Streptococcus mutans* acidogenicity. J Appl Microbiol 2007; 103(5): 1960-8.
19. <http://www.infojardin.net/fichas/plantas-medicinales/theobroma-cacao.htm>
20. Percival RS, Devine DA, Duggal MS, Chartron S, Marsh PD. The effect of cocoa polyphenols on the growth, metabolism, and biofilm formation by *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. Eur J Oral Sci 2006; 114: 343-348.
21. Matsumoto M, Tsuji M, Okuda J, Sasaki H, Nakano K, Osawa K, Shimura S, Ooshima T. Inhibitory effects of cacao bean husk extract on plaque formation *in vitro* and *in vivo*. Eur J Oral Sci 2004; 112(3): 249-252.
22. Ooshima T, Osaka Y, Sasaki H, Osawa K, Yasuda H, Matsumoto M. Cariostatic activity of cacao mass extract. Arch Oral Biol 2000; 45: 805-808.
23. Dorantes KB, Rodriguez AF. Efecto anticaries del propóleo. Hallado en: http://odontologia.iztacala.unam.mx/instrum_y_lab1/otros/encuentro11/contenido/oral/8/EFFECTOS%20ANTICA.htm.
24. Carvalho SA, Guedes A, Mendes FJ. Effect of propolis extracto on *Streptococcus mutans* counts in vivo. J Appl Oral Sci 2007; 15 (5): 420-423.
25. Moreno Z, Martínez A, Figueroa J. Efecto antimicrobiano In Vitro de propóleos argentinos, colombianos y cubano sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Rev Nova 2007; 5(7): 70-75.

26. Eguizábal M, Moromi H. Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de propóleo peruano sobre *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus casei*. *Odontol Sanmarquina* 2007; 10(2): 18-20.
27. Smullen J, Koutsou GA, Foster HA, Zumbé A, Storey DM. The Antibacterial Activity of Plants Extracts Containing Polyphenols against *Streptococcus mutans*. *Caries res* 2007; 41: 342-349.
28. Moromi H, Martínez E. Efecto del té verde en la formación de la placa bacteriana por *Streptococcus mutans*. *Odontol Sanmarquina* 2006; 9(2); 23-24.
29. Kalil S. Remoción química y mecánica de la caries. *Rev clínica*. Hallado en <http://www.revistaclinica.com.br/edicao.php?lang=es&ed=5 &pg=6>
30. Carisolv. Hallado en: <http://prevencion2007.wordpress.com/odontologia-conservadora/>
31. Guillen C, Chein S, Mosto MC, Ventocilla M, Benavente L, Rivas CA, Vidal R. Estudio comparativo de la efectividad del tratamiento restaurador atraumático con y sin remoción químico mecánica en dientes deciduos. *Odontol Sanmarquina* 2003; 6(12): 26-29.
32. Marquezan M, Medeiros I, Feldens CA, Ferreira M, Bertain A. Evaluation of the methodologies used in clinical trials and effectiveness of chemo-mechanical caries removal with Carisolv™. *Braz. Oral res* 2006; 20(4): 364-371.



33. Raulino L, Hartley J, Marcilio E, Guedes CA, Kalil S. Utilización del gel de papaya para la remoción de caries. Act Odontol Venez 2005; 43(2): atr 7 hallado en: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
34. Kalil S, Cardoso C, Domingues M, Santos KP, Marcílio E. Gel a base de papaína: una nueva alternativa para la remoción química y mecánica de la caries. Act odontol 2006; 3(2): 35-39.
35. Nogales CG, Ferrari PA, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone Therapy in Medicine and Dentistry. J. Contemp Dent Pract 2008; 9(4); 75-84.
36. Martínez H. Ozonoterapia Dental: Una Nueva Opción para la Odontología. Dossier Maxillaris 2006: 150-156. Hallado en: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
37. Lynch E, Swift J Jr. Evidence-based caries reversal using ozono. J Esthetic Restorative Dentistry 2008; 20(4): 218-222.
38. Kenneth JA. Present and Future Approaches for the Control of Caries. J. Dent Educ 2005; 69(3): 538-554.
39. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. J. dent. 2008; 36(2): 104-116.
40. Baysan A, Beighton D. Assessment of the Ozone-Mediated Killing of Bacteria in Infected Dentine Associated with Non-Cavitated Occlusal Carious Lesions. Caries Res 2007; 41(5): 337-341.

41. Hodson N, Dunne SM, Swift J Jr. Using ozone to treat dental caries. *J. Esthetics Restorative Dentistry* 2007; 19(6): 303-305.
42. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial Effect of a Novel Ozone-Generating Device on Micro-Organisms Associated with Primary Root Carious Lesions in vitro. *Caries Res* 2000; 34(6): 498-501.
43. Coluzzi DJ. Convissar RA. Atlas of LASER applications in Dentistry. Canada: Editorial Quintessence books. 2007.
44. Di Stefano R: LASER ER:YAG como alternativa en la práctica odontológica operatoria. *Act Odontol Venez* 2004; 42(2): atr 3 hallado en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004>
45. Brugnera A Jr. Garrinidos AE. Bologna ED. Cellos TC. Atlas of LASER Therapy Applied to Clinical Dentistry. Brazil: Editorial Quintessence editora Ltda. 2006.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE LAS FIGURAS

46. figura 1. Herbolaria. <http://www.craudes.com/cursos/HerbolariaSylvia-mortero.jpg>
47. figura 2. Caries dental <http://services.epnet.com/GetImage.aspx/getImage.aspx?ImageID=4885>
48. figura 3. Esquema de Keyes modificado. Liébana ⁽¹⁰⁾



49. figura 4. Producción de ácidos por estreptococos. Riethé ⁽⁸⁾
50. figura 5. Producción de polisacáridos por estreptococos. Riethé ⁽⁸⁾
51. figura 6. Streptococcus mutans. [uhttp://www.uchile.cl/image.jsp?document=45217&property=image&index=4](http://www.uchile.cl/image.jsp?document=45217&property=image&index=4)
52. figura 7. Beta hemólisis <http://cienciasbiologicas.uniandes.edu.co/lema/archivos/uploads/297.jpg>
53. figura 8. Producción de ácido por el *S. mutans*. Liébana ⁽¹⁰⁾
54. figura 9. Sistema fosfoenolpiruvato-fosfotransferasa. Liébana ⁽¹⁰⁾
55. figura 10. Síntesis de polisacáridos extracelulares. Liébana ⁽¹⁰⁾
56. figura 11. Síntesis de polisacáridos intracelulares. Liébana ⁽¹⁰⁾
57. figura 12. *Lactobacillus*. <http://jarrowprobiotics.com/images/lactobacillus.jpg>
58. figura 13. Fresas de carburo (A) fuente: encolombia.com/scodb2-instrumental12.htm. Fresas de diamante (B) fuente: <http://encolombia.com/images/revistas/scodb2instrum2.jpg>. Pieza de alta velocidad (C) fuente: multimedia.uab.es/nz/.
59. figura 14. Aislamiento absoluto. Fuente: www.javeriana.edu.co/.../i_a_revision16.html
60. figura 15. Antimicrobianos. (A) fuente: <http://cienciaexin.files.wordpress.com/2007/12/jeringa.jpg>. (B) fuente: <http://encolombia.com/images/revistas/scodb2instrum2.jpg>

61. figura 16. Prevención. www.google.com/imagenes
62. figura 17. Técnica de cepillado. <http://clinicaduque.es/elblog/wpcontent/uploads/2008/07/imghigienebucal>
63. figura 18. Hilo dental. <http://www.apdent.com/imagenes/saludbucod/03.jpg>
64. figura 19. Selladores. <http://naturasaludplus.blogspot.com/2007/12/los-sell-antes-de-fosas-y-fisuras.html>
65. figura 20. Plato del buen comer. http://www.nutreymuevetuvida.uady.mx/imagenes/buen_comer.jpg
66. figura 21. Hilo dental. <http://www.fundacioninfosalud.org/odontologia/fotos/fotos%20cepillado/h1.jpg>
67. figura 22. Enjuague bucal. <http://www.farmaciadiscount.com/images/fluor-kinanticaries.jpg>
68. figura 23. Fluoruro. Riethe⁽⁸⁾
69. figura 24. Ajo. Fuente: <http://www.mdidea.com/products/new/garlic02.jpg>
70. figura 25. Hojas de la planta del ajo. Fuente: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/91/11591-004-16F8860F.jpg>
71. figura 26. Extracto de ajo. Fuente: <http://www.mdidea.com/products/new/garlic02.jpg>
72. figura 27. Arándano. http://vgvh.com/pangea_website/cranberry.jpg



73. figura 28. Árbol de arándano. http://www.entomology.cornell.edu/Extension/Woodys/CUGroundCoverSite/images/Vaccinium%20macrocarpon_ThumbHartmannsPlantCo.jpg
74. figura 29. Rama de arándano. http://www.floradelaterre.com/uploads/RTEmagicC_resizeBerryPrettiestCranberry.jpg
75. figura 30. Grano de cacao. http://www.augustopulenta.com/images_mailing/33_cacao_granos.gif
76. figura 31. Árbol de cacao. www.hipernova.cl/Notas/EICacao.html
77. figura 32. Semillas de cacao. http://www.tropicalfruitnursery.com/fruit_products_c1.htm
78. figura 33. Propóleo. www.ecomaria.com
79. figura 34. Abejas (A) www.lossecretosdelabuelo.com/2008/07/propleo.html (B) <http://www.culturaapicola.com.ar/logos/abeja1.gif>
80. figura 35. Té verde. www.ferato.com/wiki/index.php/Dieta_del_Te_Verde
81. figura 36. Hojas de té verde. www.otexto.net/?p=587
82. figura 37. Carisolv. <http://prevencion2007.wordpress.com/odontologia-conservadora/>
83. figura 38. Papacarie gel. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
84. figura 39. *Carica Papaya*. www.geocities.com/.../fruitdescriptions.html

85. figura 40. Flor de *Carica Papaya*. www.rain-tree.com/PlantImages/papaya-pic.htm
86. figura 41. Foto inicial: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
87. figura 42. Aplicación del Papacarie. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
88. figura 43. Remoción del tejido infectado. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
89. figura 44. Reaplicación del Papacarie. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
90. figura 45. Aspecto vítreo de la cavidad. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
91. figura 46. Obturación. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/utilizacion_gel_papaya_remocion_caries.asp
92. figura 47. Aparato de ozonoterapia. Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾
93. figura 48. Producción de ozono por Christian Friedrich. Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾
94. figura 49. Ozono. Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾



95. figura 50. Ruptura de las moléculas de oxígeno. Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾
96. figura 51. Formación de la molécula de ozono. Nogales. Ozone Therapy in medicine and Dentistry⁽³⁵⁾
97. figura 52. Aparato generador de ozono por rayos ultravioleta.
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
98. figura 53. Aparato generador de ozono por descarga de corona.
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
99. figura 54. Aparato generador de ozono por plasma en frío. Fuente:
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
100. figura 55. Diagnóstico de la profundidad de la caries.
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
101. figura 56. Sonda de ozono. http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
102. figura 57. Comprobación de la eliminación de la actividad cariosa
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp

103. figura 58. obturación http://www.actaodontologica.com/ediciones/2004/2/laser_er_yag_alternativa_practica_odontologica_operatoria.asp
104. figura 59. Aparato LASER. http://www.drenriqueledergerber.com/invisalign_quees.htm
105. figura 60. Mecanismo de ablación. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
106. figura 61. Indicador de caries. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
107. figura 62. LASER Er:YAG. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
108. figura 63. Aplicación del LASER. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
109. figura 64. Cavidad. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
110. figura 65. Obturación. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
111. figura 66. Azul de toluidina. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
112. figura 67. LASER. Moritz. Oral Laser application⁽⁵⁾
113. figura 68. Espectro de luz visible <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/espectro.gif>