



REVISTA **Facultad**  
**D** **Odontología**  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

VOLUMEN 28, N° 1 | SEGUNDO SEMESTRE DE 2016 | ISSN 0121-246X | ISSNe 2145-7670



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

Facultad de Odontología

ESPAÑOL/ENGLISH

*Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, es el órgano oficial de esta dependencia en los diferentes campos del conocimiento tanto biotecnológicos, como humanísticos y sociales. Se publica con periodicidad semestral y su contenido está conformado esencialmente por artículos derivados de investigaciones, revisiones de literatura, casos clínicos y ensayos académicos. Está abierta a publicaciones tanto locales como nacionales e internacionales.

La Revista fue fundada en 1989 y actualmente indexada por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología —Colciencias— en la Categoría A2 del Índice Bibliográfico Nacional



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Odontología

**REVISTA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

Volumen 28 (1) Segundo semestre de 2016

ISSN 0121-246X

ISSNe 2145-7670

Dirección URL: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/odont>

Visible en: SciELO, Pubindex, Latindex, BBSC-LILACS,  
ULRICH's, e-revist@s, EBSCO, GALE, ProQuest y REDIB

**DIRECTIVAS**

Doctor Mauricio Alviar Ramírez  
Rector de la Universidad

Doctora María Patricia Arbeláez Montoya  
Vicerrectora de Investigación

Doctora Luz Stella Isaza Mesa  
Vicerrectora de Docencia

Doctora Clara Eugenia Escobar Güendica  
Decana

Doctor John Jairo Betancur Pérez  
Vicedecano

**DIRECTOR**

Doctor Andrés Alonso Agudelo Suárez  
Jefe Centro de Investigación

**EDITOR GENERAL**

Julio R. Saldarriaga M., Ortodoncia,  
Universidad de Antioquia

**COMITE EDITORIAL**

Doctora Ana María Acevedo, Ph.D. Biología Oral, Universidad  
Central de Venezuela, Venezuela.

Doctor Andrés Alonso Agudelo-Suarez, Ph.D. Salud Pública,  
Universidad de Antioquia, Colombia.

Doctora Ángela María Segura, Ph.D. Epidemiología CES, Colombia.

Doctora Beatriz Aristizabal Bernal, Ph.D. Biología Molecular,  
Hospital Pablo Tobón Uribe, Colombia.

Doctor Carlos Martín Ardila Medina, Ph.D. Epidemiología,  
Universidad de Antioquia, Colombia.

Doctor Fermín E. González Bergas, Ph.D. Inmunología y Periodoncia,  
Karolinska Institutet, Suecia.

Doctor Javier Enrique Botero Torres, Ph.D. Ciencias Biomédicas,  
Universidad de Antioquia, Colombia.

Doctor Juan Fernando Yepes Ochoa, Ph.D. Epidemiología, Salud  
Pública, Radiología y Medicina Oral, Universidad de Kentucky,  
Estados Unidos.

Doctora Kate Hathaway, Ph.D. Psicología. Universidad de Minnesota.,  
Estados Unidos

Doctora Lina María Moreno Uribe, Ph.D. Ciencias Orales. Iowa State  
University, Estados Unidos.

Doctor Paulo Capel Narvai, Ph.D. Salud Pública, Universidad de Sao  
Paulo, Brasil.

Doctor Rodolfo Acosta Ortiz, MSc. ATM. Prostoncia, Nova  
University, Estados Unidos.

Doctor Rodolfo Isaac Miralles Lozano, MSc. Fisiología, Universidad  
de Chile, Chile

Doctora Stefania Martignon Biermann, Ph.D. Caries, Universidad El  
Bosque, Colombia.

Doctora Tatiana María Botero Duque, MSc. Endodoncia, University  
of Michigan, Estados Unidos.

Doctora Yoly Maricel González Stucker, MSc. Periodoncia y ATM,  
Sunny at Buffalo, Estados Unidos.

**COORDINADORES TEMÁTICOS**

Doctora Ana María López Palacio, Odontopediatría y Ortopedia  
Maxilar, Universidad de Antioquia, Colombia.

Doctora Beatriz Helena Castañeda Rubio, Ph.D. Fisiopatología Ósea,  
Universidad Paris VII, Francia

Doctor Darío Cárdenas Jaramillo, MSc Odontopediatría, University of  
Illinois, CES, Colombia.

Doctora Fanny Lucía Yepes Delgado, Periodoncia y Educación,  
Universidad de Antioquia, Colombia.

Doctor Francisco Levi Duque S., Estomatología, Cirugía oral y  
Maxilofacial, Universidad de Antioquia, Colombia.

Doctora Leticia Botero Zuluaga, Periodoncia, Universidad de  
Antioquia, Colombia.

**BIBLIOTECÓLOGO**

Juan Camilo Villegas Echavarría,  
Universidad de Antioquia, Colombia

**TRADUCTOR**

Diego García Sierra

**Advertencia**

El contenido de las publicaciones es responsabilidad exclusiva de los autores. Ni la imprenta, ni los editores, ni el Comité Editorial serán responsables del uso de la información contenida en los artículos.

**Cesión de Derechos de Autor**

El autor y por su intermedio, la Entidad para la que trabaja, transfiere de manera definitiva, total y sin limitación alguna a la Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia, los derechos patrimoniales que le corresponden sobre el artículo presentado para ser publicado tanto física como digitalmente. Declara además que el artículo presentado ni parte de él ha sido publicado en otra revista.

Las cartas al editor deben dirigirse a: doctor Julio R. Saldarriaga M.  
Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia  
Calle 64 N.º 52-59, Apartado Aéreo 1226, Medellín, Colombia, S.A.  
Correo electrónico: [revistaodontologia@udea.edu.co](mailto:revistaodontologia@udea.edu.co)  
[jrsmr@une.net.co](mailto:jrsmr@une.net.co)

Editorial L. Vieco S.A.S.  
Teléfono: (57-4) 448 96 10  
Correo electrónico: [comercial@lvieco.com](mailto:comercial@lvieco.com)  
Impreso en diciembre de 2016

# CONTENIDO / CONTENTS

|  |   |
|--|---|
| <b>POLITICA EDITORIAL E INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES</b> | 3 |
|--|---|

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>EDITORIAL</b> | 11 |
|------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>ARTÍCULOS ORIGINALES DERIVADOS DE INVESTIGACIÓN<br/>CAMBIOS DIMENSIONALES DE LOS TEJIDOS DUROS Y<br/>BLANDOS EN SITIOS POST-EXODONCIA. EVALUACIÓN<br/>DE DOS BIOMATERIALES</b> | 13 |
|---|----|

MARÍA CATALINA CASTAÑO GRANADA, NATALIA ROLDÁN  
TAMAYO, JORGE ALBERTO ARISMENDI ECHAVARRÍA, SANDRA  
CRISTINA CALLE MUÑOZ

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 13 |
|-------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>EFFECTIVIDAD DE LA ESTABILIDAD DENTARIA Y<br/>OCLUSAL CON DOS TIPOS DE RETENEDORES</b> | 34 |
|---|----|

SANDRA LILIANA GÓMEZ GÓMEZ, LUIS FERNANDO SALAZAR  
QUICENO, DIEGO ALEJANDRO GUISAO, JHON JAIRO BETANCUR  
PÉREZ, ÁNGELA MARÍA SEGURA CARDONA

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 34 |
|-------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>CORROSIÓN DE NITINOL BAJO TENSIONES DE FUERZA<br/>EN FLUIDO FISIOLÓGICO SIMULADO CON Y SIN<br/>FLUORUROS</b> | 54 |
|---|----|

NERLY MONTAÑEZ, DARÍO PEÑA, RONEL CARDOZO, MARTHA  
FARIA, BAYRON MONTERO, GISSETH SÁNCHEZ, ERIKA  
ZAMBRANO

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 54 |
|-------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>TÉCNICA DE REACCIÓN DE POLIMERASA EN CADENA<br/>(QPCR) EN TIEMPO REAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y<br/>CUANTIFICACIÓN DE <i>STREPTOCOCCUS MUTANS</i> EN<br/>SALIVA Y BIOPELÍCULA DENTARIA DE NIÑOS</b> | 71 |
|---|----|

GUSTAVO MONCADA, LORENA DEL CARMEN DUPERAT, PATRICIA  
PALMA, GINO CORSINI, MIGUEL NEIRA, EVELYN REYES, OSMIR  
BATISTA OLIVEIRA JUNIOR, SIMONE FALEIROS, VALERIA  
GORDAN, ISMAEL YÉVENES

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 71 |
|-------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA<br/>DESCEMENTACIÓN Y EL TIPO DE FALLA DE TRES<br/>CEMENTANTES DE BANDAS EN ORTODONCIA</b> | 95 |
|---|----|

LILIANA ANDREA PIEDRA SARMIENTO, MARÍA CLAUDIA ARIZA  
SALAS, HUMBERTO JOSÉ GUZMÁN BÁEZ, FERNANDO ZÁRATE  
CADENA

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 95 |
|-------|----|

|   |   |
|---|---|
| <b>EDITORIAL POLICY AND INSTRUCTIONS TO AUTHORS</b> | 3 |
|---|---|

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>EDITORIAL</b> | 11 |
|------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>ORIGINAL ARTICLES DERIVED FROM RESEARCH<br/>DIMENSIONAL CHANGES OF HARD AND<br/>SOFT TISSUES IN POST-EXTRACTION SITES.<br/>EVALUATION OF TWO BIOMATERIALS</b> | 13 |
|--|----|

MARÍA CATALINA CASTAÑO GRANADA, NATALIA  
ROLDÁN TAMAYO, JORGE ALBERTO ARISMENDI  
ECHAVARRÍA, SANDRA CRISTINA CALLE MUÑOZ

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 13 |
|-------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>EFFECTIVENESS OF TWO RETAINER TYPES IN<br/>DENTAL AND OCCLUSAL STABILITY</b> | 34 |
|---|----|

SANDRA LILIANA GÓMEZ GÓMEZ, LUIS FERNANDO  
SALAZAR QUICENO, DIEGO ALEJANDRO GUISAO,  
JHON JAIRO BETANCUR PÉREZ, ÁNGELA MARÍA  
SEGURA CARDONA

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 34 |
|-------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>NITINOL CORROSION UNDER FORCE STRESSES<br/>IN SIMULATED PHYSIOLOGICAL FLUID WITH<br/>AND WITHOUT FLUORIDES</b> | 54 |
|---|----|

NERLY MONTAÑEZ, DARÍO PEÑA, RONEL CARDOZO,  
MARTHA FARIA, BAYRON MONTERO, GISSETH SÁNCHEZ,  
ERIKA ZAMBRANO

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 54 |
|-------|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>REAL-TIME QUANTITATIVE POLYMERASE<br/>CHAIN REACTION (QPCR) FOR THE<br/>IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF<br/><i>STREPTOCOCCUS MUTANS</i> IN SALIVA AND<br/>DENTAL BIOFILM IN CHILDREN</b> | 71 |
|--|----|

GUSTAVO MONCADA, LORENA DEL CARMEN DUPERAT,  
PATRICIA PALMA, GINO CORSINI, MIGUEL NEIRA,  
EVELYN REYES, OSMIR BATISTA OLIVEIRA JUNIOR,  
SIMONE FALEIROS, VALERIA GORDAN, ISMAEL YÉVENES

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 71 |
|-------|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>COMPARISON OF DEBONDING RESISTANCE AND<br/>FAILURE TYPE OF THREE ORTHODONTIC BAND<br/>CEMENTS</b> | 95 |
|--|----|

LILIANA ANDREA PIEDRA SARMIENTO, MARÍA CLAUDIA  
ARIZA SALAS, HUMBERTO JOSÉ GUZMÁN BÁEZ,  
FERNANDO ZÁRATE CADENA

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 95 |
|-------|----|

|  |   |
|--|---|
| <b>CENTRO DE PRESIÓN PLANTAR Y BALANCE POSTURAL EN FUNCIÓN DE LA ANTEPOSICIÓN DE CRÁNEO</b><br><i>PAMELA LEÓN MOLINA, PATRICIO PINCHEIRA-BARBÉ, ALFREDO GARY-BUFADEL, EDWIN CONTRERAS-ACEVEDO, RAÚL FRUGONE-ZAMBRA</i>   | <b>PLANTAR CENTER OF PRESSURE AND POSTURAL BALANCE ACCORDING TO HEAD ANTEPOSITION</b><br><i>PAMELA LEÓN MOLINA, PATRICIO PINCHEIRA-BARBÉ, ALFREDO GARY-BUFADEL, EDWIN CONTRERAS-ACEVEDO, RAÚL FRUGONE-ZAMBRA</i>  |
| ..... 112  | ..... 112   |
| <b>ASOCIACIÓN DE CARIES DE INFANCIA TEMPRANA CON FACTORES DE RIESGO EN HOGARES COMUNITARIOS DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR EN ZIPAQUIRÁ, COLOMBIA</b><br><i>CARMENZA MACÍAS, DIANA DÍAZ, MARTA CAYCEDO<sup>(*)</sup>, FRANCISCO LAMUS, CARLOS RINCÓN</i> | <b>ASSOCIATION OF EARLY CHILDHOOD CARIES WITH RISK FACTORS AT COMMUNITY HOMES OF INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR IN ZIPAQUIRÁ, COLOMBIA</b><br><i>CARMENZA MACÍAS, DIANA DÍAZ, MARTA CAYCEDO<sup>(*)</sup>, FRANCISCO LAMUS, CARLOS RINCÓN</i> |
| ..... 123  | ..... 123   |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>  | <b>LITERATURE REVIEW</b>  |
| <b>RETENEDORES FIJOS EN ORTODONCIA. REVISIÓN SISTEMÁTICA</b><br><i>ISAAC WASSERMAN, KARINA FERRER, JESÚS GUALDRÓN, NANCY JIMÉNEZ, LAURA MATEOS</i>   | <b>ORTHODONTIC FIXED RETAINERS. A SYSTEMATIC REVIEW</b><br><i>ISAAC WASSERMAN, KARINA FERRER, JESÚS GUALDRÓN, NANCY JIMÉNEZ, LAURA MATEOS</i>   |
| ..... 139  | ..... 139   |
| <b>REVISIÓN DE TEMA</b>  | <b>REVIEW ARTICLE</b>   |
| <b>EL PROFESIONALISMO EN LA FORMACIÓN ODONTOLÓGICA</b><br><i>MARCELA ALCOTA, PILAR RUIZ DE GAUNA, FERMÍN E. GONZÁLEZ</i>   | <b>PROFESSIONALISM IN DENTAL EDUCATION</b><br><i>MARCELA ALCOTA, PILAR RUIZ DE GAUNA, FERMÍN E. GONZÁLEZ</i>  |
| ..... 158  | ..... 158   |
| <b>PROBIÓTICOS Y SU RELACIÓN CON EL CONTROL DE CARIES. REVISIÓN DE TEMA</b><br><i>MARÍA DEL PILAR ANGARITA DÍAZ</i>  | <b>PROBIOTICS AND THEIR RELATIONSHIP WITH CARIES CONTROL. A TOPIC REVIEW</b><br><i>MARÍA DEL PILAR ANGARITA DÍAZ</i>  |
| ..... 179  | ..... 179   |
| <b>CASOS CLÍNICOS</b>  | <b>CASE REPORT</b>  |
| <b>APICECTOMÍA Y OBTURACIÓN RETRÓGRADA COMO TRATAMIENTO DE UN GRANULOMA PERIAPICAL. INFORME DE CASO</b><br><i>DANIELA VILLARREAL ARANGO, JACOBO RAMOS MANOTAS, ANTONIO DÍAZ CABALLERO</i>  | <b>APICOECTOMY AND RETROGRADE FILLING AS PERIAPICAL GRANULOMA TREATMENT. A CASE REPORT</b><br><i>DANIELA VILLARREAL ARANGO, JACOBO RAMOS MANOTAS, ANTONIO DÍAZ CABALLERO</i>  |
| ..... 203  | ..... 203   |
| <b>MESIODENS. REPORTE DE CASO</b><br><i>KARINA GIOVANETTI, EDER ALBERTO SIGUA-RODRIGUEZ, LARISSA PACHECO, EVANDRO PORTELA FIGUEIREDO, JOSE RICARDO ALBERGARIA-BARBOSA</i>  | <b>MESIODENS. A CASE REPORT</b><br><i>KARINA GIOVANETTI, EDER ALBERTO SIGUA-RODRIGUEZ, LARISSA PACHECO, EVANDRO PORTELA FIGUEIREDO, JOSE RICARDO ALBERGARIA-BARBOSA</i>   |
| ..... 210  | ..... 210   |
| <b>ACTIVIDADES DE LA FACULTAD</b>  | <b>THE SCHOOL'S ACTIVITIES</b>  |
| ..... 220  | ..... 220   |

## **ASPECTOS GENERALES**

La *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* es el órgano oficial de esta dependencia en los diferentes campos del conocimiento, tanto biotecnológicos, como humanísticos y sociales. Se publica en español e inglés con una periodicidad semestral. Su contenido está conformado esencialmente por artículos derivados de investigaciones, revisiones de literatura, casos clínicos y ensayos académicos. Está abierta a la publicación de trabajos tanto locales como nacionales e internacionales.

### **Proceso de arbitraje**

Los manuscritos enviados a la *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* son evaluados por dos pares en doble ciego, de los cuales al menos uno es externo. Los evaluadores deben tener el grado de maestría o doctorado, y deben tener publicaciones en los últimos dos años.

### **Aspectos éticos**

Todas las declaraciones y opiniones publicadas en esta revista son responsabilidad de sus autores y no representan, salvo que así sea mencionado, la postura de la misma.

Los artículos en esta publicación son aceptados bajo la premisa, y previa declaración de parte de los autores, de que no han sido publicados previamente, y que con su publicación no se incurre en ningún tipo de fraude, plagio o conflicto de intereses.

La información acerca de cualquier producto o marca mencionados en los artículos debe ser consultada directamente con los autores. La *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* no tiene ningún interés financiero en ningún producto mencionado en su contenido.

## **OVERVIEW**

*Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* is the official publication of this academic department in the diverse fields of knowledge, not only biotechnical but also social and humanistic. It is published biannually in Spanish and English. It publishes articles resulting from research, literature reviews, clinical cases, and academic papers. It is open to the publication of local, national, and international articles.

### **Peer review**

Manuscripts submitted to *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* are subjected to double-blind peer review; at least one of the reviewers should be external. Reviewers must hold a master's degree or doctoral degree, and should have publications in the past two years.

### **Ethical aspects**

All claims and opinions published in this journal are the solely responsibility of their authors and do not represent, unless otherwise stated, the position of the journal.

The articles in this publication are accepted under the basis and prior declaration by authors, that they have not been previously published and that its publication will not incur in any type of fraud, plagiarism, or conflicts of interest.

Information about any product or brand mentioned in the articles should be consulted directly with the authors. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* has no financial interests in any product mentioned in its content.

En los trabajos que reportan experimentos y observaciones en humanos, es necesario informar acerca de las consideraciones éticas del estudio y contar con la aprobación del Comité de Bioética de su institución o de quien haga sus veces, y regirse por la Declaración de Helsinki de 1975. Debe mantenerse el anonimato de los pacientes y en general no mencionar datos que permitan su identificación. Igualmente, los experimentos en animales deben indicar el cumplimiento de las normas éticas y contar con la aprobación del Comité de Ética de su institución o de quien haga sus veces.

## SECCIONES

La revista tiene las siguientes secciones:

**Artículo original derivado de investigación:** trabajo derivado de una investigación que no ha sido publicado y hace aportes al conocimiento científico. Máximo 3.500 palabras sin incluir resúmenes, figuras y referencias.

**Revisión de literatura:** trabajo derivado de la revisión sistemática de investigaciones previas. Máximo 4.500 palabras.

**Revisión de tema:** constituye un “estado del arte” de un tema específico. Debe incluir un resumen, una introducción, así como otros apartes, con el fin de hacer más clara, completa y ágil su lectura. Debe basarse por lo menos en cincuenta referencias bibliográficas. Máximo 3.500 palabras.

**Reporte de casos:** presentación de un caso con énfasis en un aspecto o particularidad del mismo. Debe tener una revisión de literatura. Máximo 3.500 palabras.

**Ensayo académico:** escrito breve, filosófico o científico, donde el autor expone, de manera sustentada, su opinión sobre un tema específico. Máximo 3.000 palabras.

Articles reporting experiments and observations in humans should inform about the ethical considerations of the study and must have the approval of the Bioethics Committee of the authors’ institutions or its equivalent, and comply with the 1975 Declaration of Helsinki. Patients’ anonymity must be respected, and in general the articles should not mention any data that allows identifying them. Similarly, experiments in animals must comply with ethical standards and have the approval of the Ethics Committee of the author’s institution or its equivalent.

## SECTIONS

The journal has the following sections:

**Original article derived from research:** a paper derived from a research project that has not been previously published and contributes to scientific knowledge. It should not be longer than 3.500 words after abstracts, figures, and references.

**Literature Review:** an article based on the systematic review of previous research. It should not be longer than 4.500 words

**Review article:** it is the “state of the art” of a specific subject. It must include an abstract, an introduction, as well as other sections, in order to make its reading more agile, clear, and complete. It must be based on at least fifty bibliographical references. It should not be longer than 3.500 words.

**Case report:** it is the presentation of a case, with emphasis on one of its particular aspects. It must include a review of the literature. It should not be longer than 3.500 words.

**Academic essay:** a brief philosophical or scientific writing in which the author expresses his/her opinion on a specific subject with academic support. It should not be longer than 3.000 words.

Los trabajos para publicación deben ser inéditos; por tanto, ni el artículo ni parte de él pueden haber sido publicados o estar solicitando publicación en otra revista, excepto aquellos resúmenes o informes de prensa publicados con ocasión de reuniones científicas. Por acuerdo con el Editor, se podrá aceptar la difusión pública previa de los datos contenidos en un artículo.

El Comité Editorial les solicita a los autores elaborar sus escritos acogidos a los “Requisitos uniformes para trabajos presentados a revistas biomédicas” y les recomienda revisar dicho documento en <http://www.icmje.org> como guía para preparar sus trabajos. A continuación se presentan de manera resumida los aspectos más importantes para tener en cuenta.

## REMISIÓN DEL ARTÍCULO

Los trabajos deben ser enviados en español o inglés, con previa corrección de estilo en ambos idiomas a través del Open Journal System (OJS) <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/odont> y el autor se debe registrar y seguir los cinco pasos establecidos en el sistema: 1. Comienzo, 2. Introducir los metadatos, 3. Subir envío, 4. Subir ficheros complementarios, 5. Confirmación. Para evitar inconvenientes, estos pasos se deben dar en forma consecutiva y en una sola sesión. Se debe adjuntar una carta firmada por los autores, en la que conste que todos lo conocen, están de acuerdo con su contenido y que no ha sido publicado anteriormente, ni se ha sometido para publicación en otra revista y aceptando la cesión de derechos de autor.

## Conflictos de interés

Al momento de presentar el manuscrito, la revista les solicita a los autores encargados de la correspondencia que expongan los conflictos de interés de todos los autores. Esta información sobre conflicto de intereses se les presenta a los editores y evaluadores. Cuando el manuscrito es aceptado, se le pide a cada autor, incluyendo al encargado de la correspondencia, que complete la Declaración de Conflicto de Intereses del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas

The papers submitted for publication must be unpublished, meaning that neither the article nor part of it could have been published or submitted for publication in another journal, with the exception of briefs or press reports published as a result of scientific conferences. In agreement with the Editor, the previous publication of data contained in an article may be accepted. They can be written in English or Spanish.

The Editorial Board requests authors to prepare their papers following the “Standard requirements for papers presented to biomedical journals”, and recommends them to consult this document at <http://www.icmje.org> as a guideline to prepare their papers. Next, there is a summary of the most important aspects to be considered.

## SUBMITTAL OF ARTICLES

Papers must be submitted in Spanish or English and should be previously copyedited in both languages, through the Open Journal System (OJS) <http://www.udea.edu.co/revistafacultadodontologia>. Authors must register and complete the five steps established on the system: 1. Initial steps, 2. Upload the metadata, 3. Upload submission 4. Upload supplementary files, 5. Confirmation. In order to avoid inconveniences, these steps must be completed consecutively and in a single session. The authors must attach a letter stating that all of them know the paper, that they agree with its contents and that it has not been previously published, nor has been submitted for publication in another journal. They should also state that they agree with copyright assignment.

## Conflicts of interest

At the time of manuscript submission, the Journal requires corresponding authors to disclose all of the authors’ conflicts of interest. Information on conflicts of interest is provided to editors and peer reviewers. At the time of manuscript acceptance, we require that each author, including the corresponding author, completes his or her own International Committee of Medical Journal Editors

(iCMJE por sus iniciales en inglés). Mayor información acerca de este formulario se puede encontrar en <http://www.icmje.org>

Debe tenerse en cuenta que, para ser considerado autor de un trabajo, es indispensable haber realizado contribuciones a su concepción y diseño, al análisis e interpretación de los datos o a la revisión de una parte del artículo con aportes importantes.

En los trabajos que reporten experimentos y observaciones en humanos, es necesario informar acerca de las consideraciones éticas del estudio y contar con la aprobación del Comité de Bioética de su institución o de quien haga sus veces. Además, debe regirse por la Declaración de Helsinki de 1975. Debe mantenerse el anonimato de los pacientes y en general no mencionar datos que permitan su identificación. Igualmente, los experimentos en animales deben indicar el cumplimiento de las normas éticas y contar con la aprobación del Comité de Ética de su institución o de quien haga sus veces.

El trabajo debe presentarse con la siguiente secuencia: página del título, resumen en español y en inglés (*abstract*), palabras clave en español e inglés, texto del trabajo, agradecimientos, conflicto de intereses y referencias bibliográficas. Las tablas, figuras o imágenes deben estar insertas en el texto en el lugar que correspondan y contar con la más alta resolución posible. Los autores deben conservar copia de todo el material enviado.

### **Página del título**

La página del título debe incluir el título del trabajo en español e inglés, que refleje claramente su contenido, y los nombres completos de los autores con sus títulos académicos y afiliación institucional; así mismo, deben indicarse las fuentes de financiación. Se debe especificar el nombre del autor a quien puede dirigirse la correspondencia, con su dirección, teléfono, fax y dirección electrónica.

(ICMJE) Conflict of Interest Disclosure Form. Information about this form is available at <http://www.ICMJE.org>

Please bear in mind that to be considered the author of a paper, it is necessary to have contributed to its conception and design, to the analysis and interpretation of the data, or to the review of a part of the article with significant input.

Papers reporting human experimentation must inform about the ethical considerations of the study; additionally, they must be regulated by the Helsinki Declaration of 1975. The patients must remain anonymous and, in general, data leading to their identification must be avoided. Similarly, animal experimentation must comply with ethical standards.

The paper must be presented in the following sequence: cover page, abstract in Spanish and English, key words in Spanish and English, text of the paper, acknowledgments, bibliographical references, tables, and figures. The tables and figures must be inserted in the text in their corresponding place. Authors must keep copies of all material submitted.

### **Cover page**

The cover page must include the paper's title in Spanish and English clearly reflecting its content, and the authors' full names with their academic degrees and institutional affiliation; it should also state any sources of financing. The name of the author to whom correspondence must be sent should be clearly specified including address, telephone number, fax number, and e-mail address.



## Resúmenes y palabras clave

Los resúmenes estructurados en español y en inglés deben ser cada uno de 250 palabras como máximo, y deben contener Introducción/Introduction, Métodos/Methods, Resultados/Results y Conclusiones/Conclusions. Debe evitarse el uso de referencias en esta sección. Debajo del resumen, los autores deben anotar de tres a diez palabras clave o frases cortas que ayudarán a indizar el artículo. La selección de las palabras clave en español debe hacerse con base en los descriptores en ciencias de la salud (DeCS), elaborados por Bireme y utilizados en LILACS, que pueden consultarse en <http://decs.bvs.br> en el link consulte al DeCS.

Las palabras clave en inglés se deben consultar en Medical Subject Headings del Index Medicus, <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>.

## Texto

Debe escribirse en una columna a doble espacio, paginado y en fuente Times New Roman de tamaño 12. Cuando se trate de artículos derivados de investigación, debe incluir las siguientes secciones: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión. Cuando se utilicen abreviaturas o siglas, la primera vez deben ir precedidas por las palabras completas de donde se originan.

## REFERENCIAS

Las referencias deben escribirse de acuerdo con el orden de aparición de las citas en el texto, en números arábigos y como superíndices. El estilo de citación de las referencias debe ser el aceptado por los "Requisitos uniformes para revistas biomédicas". Se deben citar todos los autores cuando son seis o menos, si son más se citan los seis primeros y a continuación "et al.". No deben referirse comunicaciones personales. Tenga en cuenta los siguientes ejemplos para el uso de mayúsculas y puntuaciones en las referencias:

## Abstracts and key words

The structured abstracts in Spanish and English must be no longer than 250 words each, including Introducción / Introduction, Métodos / Methods, Resultados / Results, and Conclusiones/Conclusions. Do not include references in this section. The abstract should be followed by three to ten key words or short sentences that will help indexing the article. Selection of key words must be done based on the health sciences descriptor (DeCS), prepared by Bireme and used in LILACS, and which can be consulted here: <http://decs.bvs.br>, on the DeCS Search link.

The key words in English must be looked up in the Medical Subject Headings of Index Medicus, <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>.

## Text

The text must be written in one double-spaced column, with page numbers, in Times New Roman font of 12 pts. Articles deriving from original research must include the following sections: Introduction, Materials and Methods, Results, and Discussion. Both original and copies must be printed on letter size paper. When abbreviations or initials are used, the first time they are mentioned must be preceded by the complete words from which they originated.

## REFERENCES

References must be written in the order in which they appear in the text, in Arabic numbers and as super indexes. The citing style must be the one accepted by the standard requirements for biomedical journals. When an article is written by less than six authors, all of their names must be written in full; if there are more authors, only the first six ones are cited followed by the expression "et al.". Personal communications must not be cited. Review the following examples for the use of capital letters and punctuation in references:

**Artículos de revistas:** apellidos e iniciales del nombre del autor y sus colaboradores, título del artículo, nombre de la revista, abreviado según el Index Medicus de la NLM, (<http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>) año de publicación; volumen número entre paréntesis: páginas inicial y final.

Ejemplo: Buchner A, Sciuba J. Peripheral epithelial odontogenic tumors: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 63(7): 688-697.

#### **Artículos de autores corporativos**

Ejemplo: European Collaborative Study. Risk factor for mother child transmission of HIV. *Lancet* 1992; 339:1007-12.

**Libros y monografías:** apellidos e iniciales de los autores, título del libro. Edición, ciudad: editorial; año.

Ejemplo: Farman AG, Norte CJ, Wood RE. Oral and maxillofacial diagnostic imaging. St. Louis: Mosby; 1993.

**Capítulo de un libro:** apellidos e iniciales de los autores del capítulo. Título del capítulo. En: autores o editores del libro. Título del libro. Edición. Ciudad: casa editora; página inicial y final del capítulo.

Ejemplo: Dratman MB. Introducción a las enfermedades del sistema endocrino y el mecanismo de acción de las hormonas. En: Rose LE. *Medicina Interna en Odontología*. Barcelona: Salvat; 1972. p. 1223-1235.

**Libro electrónico:** autor/es. Título [CD-ROM]. Edición. Lugar: Editorial; año.

Ejemplo: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT, Ramírez A, Álvarez JC. Higiene oral. [libro en CD-ROM]. 13.<sup>a</sup> ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2003.

#### **Revista electrónica**

Ejemplo: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT. La importancia en la higiene oral en los niños. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [revista en CD-ROM] 2008 [fecha de acceso 11 de mayo de 2009]; 19(2): 48-59

**Journal articles:** last name and initials of author's and collaborator's names, title of article, name of journal abbreviated according to Index Medicus from NLM (<http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>), year of publication; volume, number in parenthesis, initial and final pages.

Example: Buchner A, Sciuba J. Peripheral epithelial odontogenic tumors: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 63(7): 688-697.

#### **Articles by corporate authors**

Example: European Collaborative Study. Risk factor for mother child transmission of HIV. *Lancet* 1992; 339: 1007-1012.

**Books and monographs:** Last name and initials of authors' names, book title. Edition, city: editor; year.

Example: Farman AG, Norte CJ, Wood RE. Oral and maxillofacial diagnostic imaging. St. Louis: Mosby; 1993.

**Chapter from a book:** last name and initials of the chapter's author name. Title of the chapter. In: authors or editors of the book. Book title. Edition. City: editor, initial and final page of the chapter.

Example: Dratman MB. Introducción a las enfermedades del sistema endocrino y el mecanismo de acción de las hormonas. En: Rose LE. *Medicina Interna en Odontología*. Barcelona: Salvat; 1972. p. 1223-1235.

**Electronic book:** author/s. Title [CD-ROM]. Edition. City: Editor; year.

Example: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT, Ramírez A, Álvarez JC. Higiene oral. [libro en CD-ROM]. 13.<sup>a</sup> ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2003.

#### **Electronic journal**

Example: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT. La importancia en la higiene oral en los niños. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* [revista en CD-ROM] 2008 [date of access may 11 2009]; 19(2): 48-59.

**Revista en línea:** autor/es del artículo. Título del artículo. Nombre abreviado de la revista [Internet]. Fecha de publicación [fecha de acceso]; volumen (número): páginas URL Dirección electrónica.

Ejemplo: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT, Ramírez A, Álvarez JC et al. La importancia en la higiene oral en los niños. Rev Fac Odontol Univ Antioq [revista en línea] 2008 [fecha de acceso 11 de mayo de 2009]; 19(2): 48-59 URL disponible en: <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedes.pdf>

### Libro en línea

Ejemplo: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT, Ramírez A, Álvarez JC et al. La importancia en la higiene oral en los niños. [libro en línea] 2008 [fecha de acceso 11 de mayo de 2009] URL disponible en: <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias.pdf>

Para citar como referencia la *Revista de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, debe utilizarse la abreviatura Rev Fac Odontol Univ Antioq

### TABLAS Y FIGURAS

Las tablas deben llevar numeración arábica según el orden de aparición en el texto. El título de las tablas debe ir en la parte superior y el de las figuras en la parte inferior. En los encabezamientos de las columnas se deben anotar los símbolos de las unidades utilizadas. En notas al pie deben explicarse las abreviaturas utilizadas.

Las tablas deben estar en formato Word (nunca como imágenes), con el fin de garantizar una buena impresión. Las fotografías, gráficas y dibujos (figuras) deben llevar numeración arábica de acuerdo con el orden de aparición en el texto. Al final de las leyendas de microfotografías se debe indicar la escala. Las fotografías, tanto a color como en blanco y negro, deben tener nitidez y contraste suficientes para lograr una buena impresión. El Comité Editorial puede limitar el número de tablas y figuras.

Las fotografías de personas no deben permitir su identificación.

**Online journal:** author/s of the article. Title of the article. Abbreviated name of the journal [Internet]. Date of publication [date of access]; volume (number): URL pages Electronic address.

Example: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT, Ramírez A, Álvarez JC et al. La importancia en la higiene oral en los niños. Rev Fac Odontol Univ Antioq [on line journal] 2008 [date of access May 11/2009]; 19(2): 48-59 URL available in: <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedes.pdf>

### Online book

Example: Aguilar T, Gómez DP, Botero S, Palacio RT, Ramírez A, Álvarez JC et al. La importancia en la higiene oral en los niños. [online book] 2008 [date of access may 11 2009] URL available in: <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias.pdf>

*Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* must be cited using the following abbreviation: Rev Fac Odontol Univ Antioq

### TABLES AND FIGURES

Tables must have Arabic numbering according to the order in which they appear in the text. The titles of tables go at the top and the titles of figures at the bottom of them. Column headers must include the symbols of units being used. Footnotes must explain the abbreviations used.

Tables should be typed in Word (never as images) in order to guarantee a good print. Photographs, graphs, and drawings (figures) must have Arabic numbering in the order in which they appear in the text. At the end of the legend of micro photographs, the scale must be indicated. Black and white and color photographs must be clear and with sufficient contrast for a good print. The Editorial Board may limit the number of tables and figures.

Photographs of persons must not permit their identification.

Cuando una figura o tabla ya ha sido previamente publicada, debe adjuntarse el permiso del autor para la reproducción, además de dar crédito a la publicación original.

**Doctor Julio Roberto Saldarriaga Molina**

Editor

Facultad de Odontología

Centro de Investigación

Universidad de Antioquia

Calle 64 N.º 52-59

Apartado Aéreo 1226

Medellín, Colombia

Direcciones electrónicas:

revistafacultadodontologia@gmail.com,

jrsmdr@une.net.co

When a figure or table has already been published, the author's permission for its reproduction must be attached; also, credit to the original publication must be given.

**Doctor Julio Roberto Saldarriaga Molina**

Editor

Facultad de Odontología

Centro de Investigación

Universidad de Antioquia

Calle 64 N.º 52-59

Apartado Aéreo 1226

Medellín, Colombia

Email addresses:

revistafacultadodontologia@gmail.com,

jrsmdr@une.net.co

**A**l momento de escribir este editorial, el futuro de la publicación de revistas nacionales es incierto, al tenor de las nuevas políticas de Colciencias y de la decisión que han tomado las principales universidades del país, incluida la Universidad de Antioquia, de manifestar abiertamente su desacuerdo con los criterios planteados por Colciencias para efectos de indización de las revistas.

Manifestamos que la *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* asume su compromiso de mantener el alto nivel en la calidad de sus artículos, que le ha permitido tener la categoría A2 —el más alto dentro de las publicaciones de odontología en el país— y continuar con todas las tareas de mejoramiento continuo como hasta el día de hoy lo ha hecho, respetando y acatando las directrices emanadas de la Vicerrectoría de Investigación y de la Decanatura de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia.

Julio R. Saldarriaga M.  
Editor General

**A**t the time of writing this editorial, the future of the publication of national journals is uncertain, in light of Colciencias' recent policies and the decision made by the country's major universities —including Universidad de Antioquia— to openly express disagreement with the criteria set forth by Colciencias regarding the indexing of academic journals.

*Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* would like to express its commitment to publishing articles of the highest quality, in line with the journal's Category A2 —the highest ranking among dental publications in the country— and to continue our constant efforts for permanent improvement as we have hitherto done, respecting and abiding by the guidelines originating from the Vice Presidency of Research and the Dean's Office of Universidad de Antioquia School of Dentistry.

Julio R. Saldarriaga M.  
Editor



CAMBIOS DIMENSIONALES DE LOS TEJIDOS DUROS Y BLANDOS EN SITIOS  
POST-EXODONCIA. EVALUACIÓN DE DOS BIOMATERIALES

DIMENSIONAL CHANGES OF HARD AND SOFT TISSUES IN POST-EXTRACTION  
SITES. EVALUATION OF TWO BIOMATERIALS

MARÍA CATALINA CASTAÑO GRANADA<sup>1</sup>, NATALIA ROLDÁN TAMAYO<sup>2</sup>,

JORGE ALBERTO ARISMENDI ECHAVARRÍA<sup>3</sup>, SANDRA CRISTINA CALLE MUÑOZ<sup>4</sup>

**RESUMEN. Introducción:** las técnicas de preservación del reborde alveolar con diferentes biomateriales demuestran un mejor proceso de cicatrización que si no se lleva a cabo ningún procedimiento y modifican los patrones de reabsorción del hueso alveolar. El objetivo del presente estudio consistió en evaluar los cambios clínicos, radiográficos e histológicos de los tejidos en sitios post-exodoncia a los 90 y 180 días, utilizando dos biomateriales para la preservación del reborde. **Materiales:** estudio descriptivo en el que se hacen las exodoncias de veintisiete dientes uni- y birradiculares y se comparan dos biomateriales diferentes repartidos aleatoriamente. El grupo A recibió hidroxiapatita sintética reabsorbible (OsseoU) y el grupo B recibió hueso alogénico mineralizado, secado por congelación (Tissue Bank®). Se hicieron mediciones cuantitativas y cualitativas a los 180 días. El análisis estadístico se realizó con pruebas de Shapiro-Wilks, Levine y t-Student. **Resultados:** al comparar los dos biomateriales a los 180 días, se observa que en la variable "altura" no existen diferencias estadísticamente significativas. En la variable "amplitud" se establece un valor  $p = 0,010$ , lo cual indica que hay diferencias estadísticamente significativas, siendo  $0,789 \pm 0,276$  mejor el grupo A ( $3,72 \pm 0,76$ ) comparado con el grupo B ( $2,93 \pm 0,55$ ). En la evaluación radiográfica no se reportan diferencias entre los dos grupos ( $p = 0,711$ ). **Conclusión:** este estudio demuestra cambios dimensionales de los sitios post-exodoncia en ambos grupos, con diferencia clínica en la amplitud de reborde, y sin diferencias radiográficas ni histológicas, ni cambios estadísticamente significativos en cuanto a la altura del reborde. La hidroxiapatita sintética reabsorbible (OsseoU) es entonces un biomaterial igual de efectivo que el hueso alogénico mineralizado, secado por congelación (Tissue Bank®).

**Palabras claves:** técnicas de preservación de reborde, hidroxiapatita sintética, hueso alogénico mineralizado, secado por congelación.

Castaño-Granada MC, Roldán-Tamayo N, Arismendi-Echavarría JA, Calle-Muñoz SC. Cambios dimensionales de los tejidos duros y blandos en sitios post-exodoncia. Evaluación de dos biomateriales. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 13-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a1>

**ABSTRACT. Introduction:** the techniques for alveolar ridge preservation with different biomaterials show better healing processes than those treatments which do not carry out procedures nor modify the patterns of alveolar bone resorption. The goal of this study was to evaluate the clinical, radiographic, and histological changes of tissues in post-extraction sites after 90 and 180 days by using two biomaterials for alveolar ridge preservation. **Materials:** descriptive study involving the extraction of twenty-seven uni- and biradicular teeth comparing two biomaterials randomly distributed. Group A received resorbable synthetic hydroxyapatite (OsseoU) and Group B received mineralized freeze-dried allogeneic bone (Tissue Bank®). Quantitative and qualitative measurements were made 180 days post-extraction. The statistical analysis was conducted with the Shapiro-Wilks, Levine, and Student t tests. **Results:** comparing the two biomaterials on day 180 yielded no statistically significant differences in terms of the "height" variable. The "width" variable yields a  $p = 0.010$  value, suggesting statistically significant differences, since Group A is  $0.789 \pm 0.276$  times better ( $3.72 \pm 0.76$ ) than group B ( $2.93 \pm 0.55$ ). The radiographic evaluation did not yield differences between both groups ( $p = 0.711$ ). **Conclusion:** this study shows the dimensional changes of post-extraction sites in both groups, with a clinical difference in ridge width, and no radiographic or histological differences, neither statistically significant changes in terms of alveolar ridge height. Resorbable synthetic hydroxyapatite (OsseoU) is then a biomaterial as effective as mineralized freeze-dried allogeneic bone (Tissue Bank®).

**Key words:** techniques for ridge preservation, synthetic hydroxyapatite, mineralized freeze-dried allogeneic bone.

Castaño-Granada MC, Roldán-Tamayo N, Arismendi-Echavarría JA, Calle-Muñoz SC. Dimensional changes of hard and soft tissues in post-extraction sites. Evaluation of two biomaterials. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28 (1): 13-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a1>

- 1 Odontóloga, Especialista en Odontología Integral del Adulto con énfasis en Periodoncia. Profesora Asistente, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: [cataperio@yahoo.com](mailto:cataperio@yahoo.com)
- 2 Odontóloga, Especialista en Periodoncia de la Universidad CES. Profesora Asistente, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 3 Odontólogo, Especialista en Odontología Integral del Adulto. Profesor Titular, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 4 Odontóloga, Especialista en Odontología Integral del Adulto con énfasis en Periodoncia.

- 1 DMD, Specialist in Comprehensive Dentistry of the Adult with a focus on Periodontics. Assistant Professor, School of Dentistry, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. E-mail: [cataperio@yahoo.com](mailto:cataperio@yahoo.com)
- 2 DMD, Specialist in Periodontics, Universidad CES. Assistant Professor, School of Dentistry, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 3 DMD, Specialist in Comprehensive Dentistry of the Adult. Professor, School of Dentistry, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- 4 DMD, Specialist in Comprehensive Dentistry of the Adult with a focus on Periodontics.

RECIBIDO: AGOSTO 13/2014 - ACEPTADO: DICIEMBRE 2/2014

SUBMITTED: AUGUST 13/2014 - ACCEPTED: DECEMBER 2/2014

## INTRODUCCIÓN

La reabsorción del hueso alveolar es un evento complejo que involucra componentes estructurales, funcionales y fisiológicos.<sup>1</sup> Ocurre como resultado de un proceso natural de cicatrización posterior a la exodoncia, que puede alterarse por una manipulación excesiva y agresiva de los tejidos durante el procedimiento de la exodoncia. Cualquiera que sea la razón para extraer un diente, se espera que durante la cicatrización del alvéolo se presente reabsorción de su reborde alveolar.<sup>2</sup> Los estudios clínicos y experimentales han permitido descifrar y comprender los procesos biológicos que tienen lugar en los alvéolos después de una exodoncia. Se destaca de manera fundamental la participación del hueso fascicular, estructura dependiente del diente, dado que es a partir de él que se originan las fibras del ligamento periodontal. Una vez es extraído el diente, el hueso fascicular sufre un proceso de remodelación, lo cual lleva a la reducción de las dimensiones vertical y horizontal de la cresta alveolar; y mientras el coágulo de sangre es remplazado por una matriz provisional y hueso reticular, las paredes del alvéolo son reabsorbidas y gradualmente remodeladas.<sup>2,3</sup>

La cantidad de reabsorción de tejido duro y blando es mayor sobre la superficie bucal o vestibular que sobre la lingual o palatina. Durante los tres primeros meses posteriores a la pérdida del diente, la dimensión buco-lingual o palatina del alvéolo se reduce cerca de 30%, y después de 12 meses se pierde al menos 50% de su amplitud original. Adicional a este proceso, la altura de la cortical ósea bucal se reduce y se localiza aproximadamente 1 mm más apical que su cortical lingual o palatina.<sup>3</sup>

Para entender los procesos biológicos en la cicatrización del alvéolo, es importante describir los eventos que ocurren inmediatamente después de la exodoncia de un diente:<sup>4</sup>

- 1) Estabilización del coágulo de sangre, el cual actúa como una matriz que dirige el movimiento de sustancias, como factores de crecimiento y células pluripotenciales de origen mesenquimal que inducen proliferación, diferenciación y actividad de síntesis.

## INTRODUCTION

Alveolar bone resorption is a complex event involving structural, functional, and physiological components.<sup>1</sup> It results from a natural post-extraction healing process, which can be altered by excessive and aggressive manipulation of tissues during extraction. Regardless of the reason for tooth extraction, alveolar ridge resorption is expected to happen during alveolar healing.<sup>2</sup> Clinical and experimental studies have allowed deciphering and understanding the biological processes taking place in alveoli post-extraction. Involvement of fascicular bone—a tooth-dependent structure—is considered to be fundamental, since periodontal ligament fibers originate in it. Once a tooth is extracted, fascicular bone undergoes a remodeling process leading to reduction of vertical and horizontal dimensions of the alveolar crest; and while the blood clot is replaced by a temporary matrix and reticular bone, alveolus walls are reabsorbed and gradually remodeled.<sup>2,3</sup>

The amount of hard and soft tissue resorption is greater on the oral or buccal surface than on the lingual or palatal one. During the three first months following tooth loss, the bucco-lingual or palatal dimension of alveoli reduces by nearly 30%, and after 12 months it loses at least 50% of its original amplitude. In addition, the height of the buccal cortical bone reduces and is located approximately 1 mm more apical than its lingual or palatal cortical.<sup>3</sup>

In order to understand the biological processes taking place during alveolar healing, it is important to describe the events occurring immediately after tooth extraction:<sup>4</sup>

- 1) Stabilization of the blood clot, which serves as a matrix directing the movement of substances, such as growth factors and mesenchymal stem cells that induce proliferation, differentiation, and synthesis activity.



- 2) Formación de matriz provisional después de 7 días, lo cual da lugar a un tejido conectivo provisional en el que se llevan a cabo procesos de angiogénesis y síntesis de colágeno.
- 3) Formación de hueso tisular después de 14-30 días
- 4) Formación de hueso lamelar después de 30-180 días
- 5) Formación de médula ósea después de 60-180 días

Basados en la dinámica de los procesos biológicos y en resultados de estudios que demuestran que la instalación inmediata de un implante en el alvéolo no modifica ni detiene los cambios en las corticales óseas,<sup>3, 4</sup> es entendible que en la actualidad se considere el mantenimiento de las dimensiones del alvéolo como protocolo durante los procedimientos de exodoncia de dientes, facilitando las condiciones estéticas y funcionales para la futura rehabilitación protésica. La forma terapéutica adecuada para mantener los alvéolos después de una exodoncia se deriva de la valoración de cada uno de los factores de riesgo para el paciente. Se pueden realizar procedimientos de preservación del reborde y sellamiento del alvéolo, lo cual ofrece ventajas a largo plazo, como la conservación del volumen del reborde y disminución del tiempo terapéutico para la restauración protésica. Para tal efecto, es posible utilizar diferentes biomateriales o sustitutos óseos que ocupen dicho espacio en el alvéolo y que, por diversos mecanismos, no solo sirvan de relleno inicial sino que además favorezcan la formación ósea en el sitio post-exodoncia.<sup>5-8</sup> Parece ser también que los sustitutos óseos tienen la capacidad de estabilizar el tejido blando bucal y prevenir su invaginación. Adicionalmente, se ha demostrado el beneficio de usar injerto gingival libre como soporte adicional para el sellamiento del alvéolo y estabilización de la encía marginal.<sup>9</sup> En la actualidad se utilizan diferentes tipos de biomateriales y sustitutos óseos para conseguir estabilidad y preservación de los sitios post-exodoncia,<sup>10</sup> utilizando en muchas ocasiones aloinjertos, xenoinjertos y materiales aloplásticos.<sup>11</sup>

El objetivo de este estudio clínico consistió en evaluar los cambios dimensionales clínicos, radiográficos e histológicos de los tejidos duros y blandos en sitios post-exodoncia

- 2) Formation of provisional matrix after 7 days, leading to the production of provisional connective tissue with processes of angiogenesis and collagen synthesis.
- 3) Formation of bone tissue after 14-30 days
- 4) Formation of lamellar bone after 30-180 days
- 5) Formation of bone marrow after 60-180 days

Based on the activity of biological processes and findings showing that immediate installation of an implant on alveoli does not modify nor stop the changes in cortical bone,<sup>3, 4</sup> one may understand that currently maintaining alveolar dimensions is considered a protocol during tooth extraction processes, facilitating the aesthetic and functional conditions for future prosthetic rehabilitation. The adequate procedure to properly keep alveoli post-extraction results from assessing each patient's risk factors. One may conduct procedures to preserve the ridge or seal the alveolus, which offers long-lasting advantages, such as preservation of ridge volume or reduction of therapy time for prosthetic restoration. To this end, one may use various biomaterials or bone substitutes to fill the gap in the alveoli and which, by various mechanisms, not only serve as initial filling but also promote bone formation on the post-extraction site.<sup>5-8</sup> It also seems to be that bone substitutes are able to stabilize oral soft tissues and to prevent its invagination. In addition, there is evidence of the benefits of using free gingival graft as additional support for alveolar sealing and stabilization of marginal gingiva.<sup>9</sup> A variety of biomaterials and bone substitutes are used today to provide stability and preservation of post-extraction sites,<sup>10</sup> often using allografts, xenografts, and alloplastic materials.<sup>11</sup>

The goal of this clinical study was to evaluate the clinical, radiographic, and histological dimensional changes of hard and soft tissues in post-extraction

a los 180 días con la técnica de preservación del alvéolo y dos tipos de biomateriales particulados: material aloplástico (hidroxiapatita sintética reabsorbible *OsseoU*, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia) y aloinjerto (hueso alogénico cortico-esponjoso mineralizado, secado por congelación, *Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia).

Se plantea la hipótesis de que el biomaterial aloplástico, hidroxiapatita sintética reabsorbible (*OsseoU*, Medellín, Colombia), es igual o tan bueno como el aloinjerto, hueso alogénico cortico-esponjoso mineralizado, secado por congelación (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia), para mantener las dimensiones clínicas y radiográficas en los sitios post-exodoncia de dientes uni- y birradiculares y sin cambios histológicos relevantes entre ellos en un periodo de cicatrización de 180 días.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio descriptivo a 180 días fue realizado con pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia y del Centro Odontológico de la Congregación Mariana (Medellín, Colombia), con indicación de exodoncia de dientes uni- y birradiculares por caries avanzadas, fracturas radiculares oblicuas o longitudinales, reabsorciones radiculares y perforaciones. Se intervinieron veintisiete (27) sitios quirúrgicos, que fueron distribuidos de manera aleatoria en dos grupos, A y B. El grupo A, o grupo experimental, recibió hidroxiapatita sintética reabsorbible (*OsseoU*, Medellín, Colombia) y el grupo B, o grupo control, recibió hueso alogénico cortico-esponjoso mineralizado, secado por congelación (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia). El muestreo se hizo por asignación aleatoria mediante balotas marcadas como A y B, tomadas al azar antes del procedimiento quirúrgico.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años, con registro de índice de placa  $\leq$  a 20%, cuyos dientes indicados para exodoncia tuvieran una altura de la cresta ósea radiográfica en tercio cervical radicular, y corticales vestibular y palatina intactas durante

sites after 180 days with the technique of alveolus preservation and two types of particulate biomaterials: alloplastic material (resorbable synthetic hydroxyapatite *OsseoU*, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia) and allograft (mineralized freeze-dried cortical-cancellous allogeneic bone, *Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia).

The initial hypothesis is that the alloplastic material, resorbable synthetic hydroxyapatite (*OsseoU*, Medellín, Colombia), is as good as the allograft, mineralized freeze-dried cortical-cancellous allogeneic bone (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia), to maintain the clinical and radiographic dimensions in post-extraction of uni- and biradicular teeth, with no relevant histological changes between them within a healing period of 180 days.

## MATERIALS AND METHODS

This descriptive study to 180 days was made with patients from Universidad de Antioquia School of Dentistry and Congregación Mariana Dental Center (Medellín, Colombia), who were requiring extraction of uni- and biradicular teeth because of advanced caries, oblique or longitudinal root fractures, root resorptions, and perforations. A total of twenty-seven (27) surgical sites were intervened, randomly distributed in two groups, A and B. Group A, or pilot group, received resorbable synthetic hydroxyapatite (*OsseoU*, Medellín, Colombia) and Group B, or control group, received mineralized freeze-dried cortical-cancellous allogeneic bone (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia). The sample was sorted out by random allocation using ballots marked as A and B, randomly taken before surgery.

The inclusion criteria were: patients older than 18 years, with a plaque index score  $\leq$  20%, whose teeth needing extraction had a radiographic crest bone height on the third cervical root, and intact vestibular and palatal corticals during

el procedimiento de la exodoncia. Se incluyeron pacientes con biotipos periodontales tanto gruesos como delgados. Los criterios de exclusión fueron: pacientes con enfermedad cardiovascular y renal, desórdenes endocrinos y hematológicos, y antecedentes de alergia a la anestesia; mujeres gestantes y lactantes; pacientes con cáncer o con trastornos mentales; pacientes con signos de infección aguda y de enfermedad periodontal activa; pacientes con tratamiento de antibióticos y bifosfonatos como medicamento para manejo de osteoporosis durante los últimos seis meses; pacientes fumadores crónicos (más de 20 cigarrillos diarios) y con hábito de drogas psicoactivas, y aquellos pacientes que durante el procedimiento quirúrgico de la exodoncia mostraran un defecto de la cortical vestibular o de la palatina mayor a 4 mm del margen gingival.

Técnica de recolección de la información y control de sesgos: Antes del procedimiento quirúrgico se realizó la historia clínica de los pacientes, se les pidió un consentimiento informado, y se llevó a cabo el periodontograma, control y registro de placa bacteriana y enseñanza de higiene oral.

Toda la investigación se efectuó con doble cegamiento. El investigador que realizó los procedimientos quirúrgicos no sabía qué tipo de material iba a utilizar; otro investigador realizó las medidas en los modelos y tampoco sabía cuál material había sido usado en estos pacientes, lo mismo ocurrió con el investigador que tomó medidas radiográficas e hizo las intervenciones para las muestras histológicas.

### Mediciones clínicas cuantitativas

**Altura:** Para evaluar los cambios en la altura del tejido blando se consideró la distancia desde la línea mucogingival al margen gingival cuando la raíz estaba presente. Las medidas a los 180 días se tomaron sobre el modelo desde la línea mucogingival hasta el punto vestibular más alto del reborde edéntulo (la medida se tomó en la mitad de la zona edéntula en sentido mesio-distal).

the extraction procedure. Patients with both thick and thin periodontal biotypes were included. The exclusion criteria were: patients with cardiovascular and kidney disease, endocrine and hematologic disorders, and history of allergy to anesthesia; pregnant and nursing women; patients with cancer or mental disorders; patients with signs of acute infection and active periodontal disease; patients under treatment with antibiotics and bisphosphonates as medication for osteoporosis during the last six months; heavy smokers (more than 20 cigarettes a day) and users of psychoactive drugs, and patients showing a vestibular or palatal cortical defect greater than 4 mm from the gingival margin during the surgical extraction procedure.

Technique for data collection and bias control: the patients' clinical history was collected before surgical procedure; they were requested an informed consent, followed by periodontogram, bacterial plaque control and registration, and oral hygiene instructions.

The entire research was double blinded. The researcher who performed the surgical procedures did not know the type of material being used; another researcher made the measurements and did not know which material had been used in these patients; the same applied to the researcher who took the radiographic measurements and made interventions for histological samples.

### Quantitative clinical measurements

**Height:** In order to assess changes in soft tissue height, the researchers took the distance from the mucogingival line to the gingival margin when root was in place. Measurements at 180 days were taken on the models from the mucogingival line to the highest vestibular point in the edentulous ridge (measuring from the middle of the edentulous area in a mesio-distal direction).

**Amplitud:** Para evaluar la amplitud del reborde se tomaron medidas en el momento inicial y a los 180 días; dichas medidas se hicieron sobre los modelos trazando una línea central proyectada desde los dientes adyacentes, que pasaba por la mitad del reborde en sentido mesio-distal, y una perpendicular hasta el punto más vestibular en el aspecto medio del reborde. Se tuvo en cuenta además el valor del espesor gingival y las características anatómicas de los dientes para establecer el biotipo periodontal de los pacientes, de esta manera: 1) periodonto grueso: espesor de tejido blando  $\geq 2$  mm y anatomía dental cuadrada, con áreas de contacto proximal; 2) periodonto delgado: espesor de tejido blando  $< 2$  mm y anatomía dental triangular con puntos de contacto interproximal.<sup>12-14</sup>

### Mediciones radiográficas

Las radiografías digitales fueron tomadas en el equipo FIAD (70Kv, 8MA, 120volt) con tiempo de exposición de 0,10 seg, mediante técnica paralela usando un bloque de mordida confeccionado en cada paciente con silicona pesada (Easy Mix Putty Aquasil Dentsply Caulk®) para estandarizar la técnica.

En la radiografía inicial prequirúrgica se tomó como referencia la línea horizontal que une los puntos más coronales de las crestas óseas alveolares de los dientes adyacentes al diente a extraer, y la medida correspondiente a una perpendicular trazada a partir de la horizontal hasta el punto más alto del ápice radicular del diente a extraer. Para evaluar los cambios radiográficos, se hizo seguimiento a los 90 y 180 días. Se midió la distancia desde la línea horizontal que une las corticales óseas de los dientes adyacentes al punto más coronal de la imagen radiográfica del biomaterial.

### Procesamiento de las muestras y análisis histológico

A los 180 días se tomó una muestra de cada uno de los pacientes que recibieron cualquiera de los biomateriales

**Width:** In order to evaluate ridge width, the researches took measurements at baseline and 180 days afterwards; these measurements were taken on the models by drawing a central line from adjacent teeth, passing through the middle of the ridge in a mesio-distal direction, and a perpendicular line to the vestibular-most point in the ridge's middle aspect. We also took into account gingival thickness and the anatomical characteristics of teeth to establish patient's periodontal biotype, like this: 1) thick periodontium: thickness of soft tissue  $\geq 2$  mm and square dental anatomy, with proximal contact areas; 2) thin periodontium: thickness of soft tissue  $< 2$  mm and deltoid dental anatomy with interproximal contact points.<sup>12-14</sup>

### Radiographic measurements

Digital radiographs were taken using a FIAD equipment (70Kv, 8MA, 120 Volt) with 0.10 sec of exposure time, by means of the parallel technique using a bite block made in each patient with heavy silicone (Easy Mix Putty Aquasil Dentsply Caulk®) in order to standardize the technique.

The reference for initial pre-surgical X-rays was the horizontal line between the coronal-most points of alveolar bone crests of adjacent teeth to the tooth to be extracted, and the corresponding measurement to a perpendicular line drawn starting from the horizontal to the highest point of the root apex of the tooth to be extracted. In order to assess radiographic changes, there was a follow-up at 90 and 180 days, measuring the distance from the horizontal line linking the cortical bone of adjacent teeth to the coronal-most point of the biomaterial X-ray image.

### Sample processing and histological analysis

On day 180, a sample was taken from each patient receiving either biomaterial,

del grupo A o B, mediante una fresa trefinadora de 2,7 mm de diámetro a una profundidad de 6 mm hacia el centro del reborde.

Todas las muestras quirúrgicas fueron introducidas en frascos debidamente rotulados que contenían formol bufferizado al 10% (pH 7.0) en cantidad que cubriera todo el espécimen para su fijación, y fueron llevadas al Laboratorio de Patología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia para su procesamiento.

Los especímenes fueron introducidos en frascos individuales, debidamente rotulados, para ser decalcificados con ácido clorhídrico (Shandon, TBD-1, Rapid Decalcifier, Thermo Scientific), según instrucciones del fabricante, durante períodos que oscilaron entre 2 y 16 horas.

A continuación, los fragmentos de tejido decalcificados se introdujeron en cassetes debidamente marcados para ser deshidratados con etanol, y posteriormente fueron sumergidos en parafina a una temperatura que no excedió los 56 °C. Luego se realizaron cortes seriados a 5 µm utilizando micrótopo (Micrótopo M3500, Bright Instrument Co Ltd. Huntingdon, Cambridgeshire, England).

De cada una de las muestras se obtuvieron tres cortes que fueron colocados de forma individual en tres portaobjetos, para ser posteriormente coloreados de la siguiente manera: a) tinción de hematoxilina y eosina (proceso realizado en el laboratorio de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia); b) tinción de tricrómica de Masson y c) tinción de von Kossa (las dos últimas realizadas en el Instituto de Patología del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, HUSVP).

Cada una de las láminas correspondientes a cada muestra y con las tres tinciones fue analizada por el patólogo oral con microscopio de luz, de acuerdo con los parámetros delineados por los investigadores, así:

Tinción de hematoxilina y eosina: descripción morfológica expresada en valor porcentual de la presencia por campo visual de osteoblastos, osteoclastos, osteocitos, fibroblastos, osteonas, fibras colágenas y biomaterial de injerto.

Group A or Group B, using a trephine bur of 2.7 mm in diameter at a depth of 6 mm to the ridge center.

All surgical samples were introduced in labeled vials containing 10% buffered formaldehyde (pH 7.0) covering the entire samples for fixation, and brought to the Pathology Laboratory of Universidad de Antioquia School of Dentistry for processing.

Samples were introduced in individual bottles properly labeled to be decalcified with hydrochloric acid (Shandon, TBD-1, Rapid Decalcifier, Thermo Scientific), according to manufacturer's instructions, for periods ranging from 2 to 16 hours.

Then decalcified tissue fragments were introduced in cassettes properly marked in order to be dehydrated with ethanol, and immersed in paraffin at a temperature not exceeding 56 °C. Serial sections of 5µm were performed using microtome (Microtome M3500, Bright Instrument Co Ltd. Huntingdon, Cambridgeshire, England).

Three slices were cut from each group; each slice was placed on its own microscope slide and dyed as follows: a) hematoxylin and eosin stain (this process was conducted at the Laboratory of Universidad de Antioquia School of Dentistry); b) Masson's trichrome stain and c) von Kossa stain (the last two at the Institute of Pathology of Hospital Universitario San Vicente of Paul, HUSVP).

The three slices from each group and their corresponding stains were analyzed by an oral pathologist with an optical microscope, according to the parameters set by the researchers, as follows:

Hematoxylin and eosin staining: morphological description expressed in a percentage value of the observed presence of osteoblasts, osteoclasts, osteocytes, fibroblasts, osteons, collagen fibers, and graft biomaterial.

Tinción tricrómica de Masson: descripción porcentual de la presencia de osteoide de color rojo, y de hueso mineralizado y fibras colágenas de color azul.

Tinción von Kossa: descripción porcentual de la presencia de osteoide teñido color rosa y de hueso mineralizado (calcificado) teñido de color café.

### Procedimiento quirúrgico

La exodoncia del diente se llevó a cabo mediante técnica atraumática para evitar cualquier daño del tejido blando y duro, y fue realizada por un solo clínico durante todo el estudio. Con una hoja de bisturí No. 15 se realizó incisión intrasulcular para desinsertar las fibras supracrestales, manteniendo intactas las papilas interdentes. La luxación del diente y su remoción del alvéolo se completó usando el periótomo y la pinza para exodoncia, conservando las corticales óseas. El desbridamiento del tejido blando remanente del alvéolo fue realizado con cureta de Lucas. De manera aleatoria, de una bolsa negra se sacó una balota, la cual estaba marcada con la letra A o B; de acuerdo a la balota que se tomó, se injertó la cantidad necesaria del biomaterial, previamente hidratado con solución salina estéril, empacado suavemente dentro del alvéolo hasta el nivel de las corticales óseas, y se eliminó el exceso de fluido. Finalmente, para proteger el biomaterial, este fue cubierto con un injerto gingival libre tomado del tejido palatino, de aproximadamente 4 mm de espesor con forma oval y del tamaño del alvéolo, asegurándolo con sutura cruzada Vicryl 5-0.<sup>15, 16</sup>

Los cuidados posoperatorios para el paciente incluyeron enjuagues con digluconato de clorhexidina al 0,2% tipo spray para atomizar 2 a 3 veces al día en la zona tratada, manteniendo el enjuague por un minuto durante las dos semanas siguientes, y se dieron las recomendaciones relacionadas con su higiene oral. Los medicamentos prescritos fueron: Amoxicilina, cápsulas de 500 mg cada ocho horas por siete días, y Nimesulide de 100 mg, una cada doce horas por tres días.

Masson's trichrome staining: percentage description of the presence of osteoid of a red shade, as well as mineralized bone and collagen fibers of a blue shade.

Von Kossa staining: percentage description of the presence of osteoid dyed pink and mineralized (calcified) bone dyed brown.

### Surgical procedure

Tooth extraction was conducted using the atraumatic technique in order to avoid damage to soft and hard tissue, and was performed by a single clinician throughout the study. Using a No. 15 scalpel blade, an intra-sulcus incision was made in order to loosen the supracrestal fibers, keeping interdental papillae intact. Tooth luxation and removal was completed with a periosteal elevator and an extraction clamp, preserving cortical bone. Debridement of soft tissue remnants from the alveolus was accomplished with a Lucas curette. A ballot marked with the letter A or B was randomly drawn from a black bag and, according to the picked ballot, the required amount of biomaterial was grafted. The biomaterial had been previously hydrated with sterile saline solution and gently applied into the alveolus up to the level of the cortical bones, removing any excess fluid. Finally, to protect the biomaterial, it was covered with a free gingival graft taken from palatal tissue, approximately 4 mm in thickness, with an oval shape and the size of the alveolus, fixing it with a Vicryl 5-0 crossed suture.<sup>15, 16</sup>

Patient postoperative care included gargles with 0,2% chlorhexidine digluconate in spray to be applied 2 to 3 times a day on treated area, keeping the gargles for a minute during the next two weeks; oral hygiene recommendations were provided. The prescribed medications were: Amoxicillin, capsules of 500 mg every eight hours for seven days, and Nimesulide of 100 mg, one every twelve hours for three days.

## Análisis estadístico

Los datos cuantitativos fueron sometidos a las pruebas estadísticas de normalidad y homocedasticidad, pruebas de Shapiro-Wilks y Anova, respectivamente, dependiendo de la necesidad de usar métodos estadísticos paramétricos o no paramétricos. Cuando cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se hizo análisis de prueba t-Student para muestras pareadas, con el fin de comparar la altura, la amplitud y el área radiográfica antes de las exodoncias y 180 días después en cada grupo. Adicionalmente, se utilizó la prueba t-Student para muestras independientes, para comparar si los cambios a los 180 días en altura, amplitud y área radiográfica fueron diferentes entre los dos grupos. La hipótesis nula a evaluar fue la igualdad de medias para los diferentes procedimientos, con un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS

Se intervinieron 27 pacientes de sexo femenino y masculino. Tres pacientes con cuatro sitios quirúrgicos no regresaron a las revisiones por cambio de domicilio y no respondieron a las llamadas telefónicas para asistir a la evaluación a los 60 y 90 días, a la toma de muestra histológica, ni a la revisión clínica y radiográfica a los 180 días. Se hizo el análisis de 23 pacientes con un sitio quirúrgico, 19 de sexo femenino y 4 masculino, con un promedio de edad de 41 años (de 18 a 64 años), con seguimiento a los 90 y 180 días. Del total de procedimientos de exodoncia y preservación de alvéolo realizados, 9 se practicaron en dientes anteriores (incisivos centrales y laterales, y caninos superiores e inferiores) y 14 en premolares superiores e inferiores (Tabla 1).

## Statistical analysis

Quantitative data were subjected to normality and homoscedasticity tests, Shapiro-Wilks test, and Anova, respectively, depending on the need for parametric or non-parametric statistical methods. Once the assumptions of normality and homoscedasticity were met, the Student's t-test for paired samples was conducted in order to compare the height, width, and radiographic area before extractions and 180 days afterwards in each group. In addition, the Student's test was used for independent samples in order to determine if changes by day 180 in terms of height, width, and radiographic area were different between the two groups. The null hypothesis under evaluation was equality of means for the different procedures, with a significance level of 5%.

## RESULTS

A total of 27 patients of both sexes were intervened. Three patients with four surgical sites did not show up for their follow up visits due to changes in place of residence and did not answer phone calls to attend evaluations on days 60 and 90, nor the histological sampling, or the clinical radiographic reevaluation by day 180. The analysis was conducted on 23 patients with one surgical site, 19 females and 4 males who were 41 years of age on average (18 to 64 years), with follow-ups on days 90 and 180. Of the total procedures of extraction and alveolus preservation, 9 were carried out on anterior teeth (central and lateral incisors and upper and lower canines) and 14 on upper and lower premolars (Table 1).

Tabla 1. Posición de los dientes de acuerdo al grupo de estudio.

|                          | Incisivo central | Incisivo lateral | Premolares | Total |
|--------------------------|------------------|------------------|------------|-------|
| Maxilar superior Grupo A | 3                | 1                | 6          | 10    |
| Maxilar inferior Grupo A | 0                | 0                | 1          | 1     |
| Maxilar superior Grupo B | 5                | 0                | 4          | 9     |
| Maxilar inferior Grupo B | 0                | 0                | 3          | 3     |
| TOTAL                    | 8                | 1                | 14         | 23    |

Total: 23 pacientes. Grupo A o experimental (hidroxiapatita): 11 pacientes.

Grupo B o control (hueso): 12 pacientes

## Altura del reborde

Con respecto a la altura del reborde en el grupo A (hidroxiapatita sintética reabsorbible), se inició con una altura máxima de 7,55 mm y mínima de 3,96 mm, con un promedio de  $5,43 \pm 0,84$  mm, en 11 pacientes. A los 180 días se identificó una altura máxima de 7,50 mm y mínima de 4,39 mm, y un promedio de  $5,45 \pm 0,81$  mm. Se observó una ganancia en la altura del reborde, con un promedio de  $0,02 \pm 1,01$  mm, sin diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en el período de seguimiento de 180 días (Tabla 2).

Tabla 2. Promedios de las medidas clínicas de altura y amplitud del reborde, al momento inicial y a los 180 días en el Grupo A

| Medida               | Inicio                          | 180 días                        | Dif. 0-180                            | t-Student pareado |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                      | $\bar{X} \pm DE$<br>(IC95%)     | $\bar{X} \pm DE$<br>(IC95%)     | $\bar{X} \pm DE$<br>(IC95%)           | Valor p           |
| Altura del reborde   | $5,43 \pm 0,84$<br>(4,86; 5,99) | $5,45 \pm 0,81$<br>(4,90; 5,99) | $-0,025 \pm 1,016$<br>(-0,708; 0,657) | 0,935             |
| Amplitud del reborde | $4,04 \pm 0,88$<br>(3,44; 4,63) | $3,72 \pm 0,76$<br>(3,20; 4,23) | $0,321 \pm 0,244$<br>(0,157; 0,486)   | 0,001             |

En el grupo B (hueso alogénico) se inició con una altura máxima de 7,55 mm y mínima de 2,94 mm, con un promedio de  $5,72 \pm 1,23$  mm, en 12 pacientes. A los 180 días se observó una altura máxima de 6,67 mm y mínima de 2,90 mm, y un promedio de  $5,28 \pm 0,88$  mm. Se identificó una pérdida en la altura del reborde con un promedio de  $0,43 \pm 0,61$  mm, con diferencias

Table 1. Position of teeth according to study groups.

|                       | Central incisor | Lateral incisor | Premolars | Total |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------|-------|
| Upper maxilla Group A | 3               | 1               | 6         | 10    |
| Lower maxilla Group A | 0               | 0               | 1         | 1     |
| Upper maxilla Group B | 5               | 0               | 4         | 9     |
| Lower maxilla Group B | 0               | 0               | 3         | 3     |
| TOTAL                 | 8               | 1               | 14        | 23    |

Total: 23 patients. Group A, or pilot group (hydroxyapatite): 11 patients.

Group B or control group (bone): 12 patients

## Ridge height

In terms of alveolar ridge height in Group A (resorbable synthetic hydroxyapatite), it started with a maximum height of 7.55 mm and a minimum of 3.96 mm, with an average of  $5.43 \pm 0.84$  mm, in 11 patients. By day 180 there was a maximum height of 7.50 mm and a minimum of 4.39 mm, with an average of  $5.45 \pm 0.81$  mm. There was a gain in ridge height, with an average of  $0.02 \pm 1.01$  mm, and no statistically significant differences ( $p > 0.05$ ) in the follow-up period of 180 days (Table 2).

Table 2. Averages of the clinical measurements of alveolar ridge height and width at baseline and at day 180 in Group A

| Measurement  | Baseline                        | 180 days                        | Dif. 0-180                            | Paired Student t-test |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
|              | $\bar{X} \pm SD$<br>(95% CI)    | $\bar{X} \pm SD$<br>(95%)       | $\bar{X} \pm SD$<br>(95% CI)          | p value               |
| Ridge height | $5.43 \pm 0.84$<br>(4.86; 5.99) | $5.45 \pm 0.81$<br>(4.90; 5.99) | $-0.025 \pm 1.016$<br>(-0.708; 0.657) | 0.935                 |
| Ridge width  | $4.04 \pm 0.88$<br>(3.44; 4.63) | $3.72 \pm 0.76$<br>(3.20; 4.23) | $0.321 \pm 0.244$<br>(0.157; 0.486)   | 0.001                 |

Group B (allogenic bone) started with a maximum height of 7.55 mm and a minimum of 2.94 mm, with an average of  $5.72 \pm 1.23$  mm, in 12 patients. By day 180 there was a maximum height of 6.67 mm and a minimum of 2.90 mm, with an average of  $5.28 \pm 0.88$  mm. here was a loss in ridge height, with an average of  $0.43 \pm 0.61$  mm, and statistically



estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el período de seguimiento de 180 días (Tabla 3).

Tabla 3. Promedios de las medidas clínicas de altura y amplitud del reborde, al momento inicial y a los 180 días en el Grupo B

| Medida               | Inicio                      | 180 días                    | Dif. 0-180                      | t-Student pareado |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|
|                      | $\bar{X} \pm DE$<br>(IC95%) | $\bar{X} \pm DE$<br>(IC95%) | $\bar{X} \pm DE$<br>(IC95%)     | Valor p           |
| Altura del reborde   | 5,72 ± 1,23<br>(4,94; 6,50) | 5,28 ± 0,88<br>(4,72; 5,84) | 0,437 ± 0,619<br>(0,043; 0,830) | 0,033             |
| Amplitud del reborde | 3,35 ± 0,63<br>(2,94; 3,75) | 2,93 ± 0,55<br>(2,57; 3,28) | 0,416 ± 0,369<br>(0,182; 0,651) | 0,002             |

### Amplitud del reborde

La amplitud del reborde en el grupo A inició con una medida máxima de 5,53 mm y mínima de 3,19 mm, con un promedio de  $4,04 \pm 0,88$  mm, en 11 pacientes. A los 180 días se observó una amplitud máxima de 4,85 mm y mínima de 2,75 mm, y un promedio de  $3,72 \pm 0,76$  mm. Se identificó pérdida de la amplitud del reborde con un promedio de  $0,32 \pm 0,24$  mm, con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el período de seguimiento de 180 días (Tabla 2).

La amplitud del reborde en el grupo B inició con una medida máxima de 4,65 mm y mínima de 2,15 mm, con un promedio de  $3,35 \pm 0,63$  mm, en 12 pacientes. A los 180 días se observó una amplitud máxima de 4,09 mm y mínima de 1,90 mm, y un promedio de  $2,93 \pm 0,55$  mm. Se identificó una tendencia a perder amplitud del reborde en el tiempo evaluado, con un promedio de  $0,41 \pm 0,36$  mm y diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el período de 180 días (Tabla 3).

### Imagen radiográfica

Al evaluar las imágenes radiográficas a los 180 días, se midió la imagen de la altura ósea en la zona correspondiente al alvéolo, con respecto a la línea horizontal que pasa a través de las crestas óseas adyacentes; en el grupo A se obtuvo un promedio de distancia de  $0,64 \pm 0,68$  mm, y en el grupo B un promedio de  $0,75 \pm 0,76$  mm (Tabla 4).

significant differences ( $p < 0.05$ ) in the follow-up period of 180 days (Table 3).

Table 3. Averages of the clinical measurements of alveolar ridge height and width at baseline and at day 180 in Group B

| Measurement  | Baseline                     | 180 days                     | Dif. 0-180                      | Paired Student t-test |
|--------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
|              | $\bar{X} \pm SD$<br>(95% CI) | $\bar{X} \pm SD$<br>(95% CI) | $\bar{X} \pm SD$<br>(95% CI)    | p value               |
| Ridge height | 5.72 ± 1.23<br>(4.94; 6.50)  | 5.28 ± 0.88<br>(4.72; 5.84)  | 0.437 ± 0.619<br>(0.043; 0.830) | 0.033                 |
| Ridge width  | 3.35 ± 0.63<br>(2.94; 3.75)  | 2.93 ± 0.55<br>(2.57; 3.28)  | 0.416 ± 0.369<br>(0.182; 0.651) | 0.002                 |

### Ridge width

Alveolar ridge width in Group A started with a maximum measurement of 5.53 mm and a minimum of 3.19 mm, with an average of  $4.04 \pm 0.88$  mm, in 11 patients. By day 180 there was a maximum width of 4.85 mm and a minimum of 2.75 mm, with an average of  $3.72 \pm 0.76$  mm. There was a loss in ridge width, with an average of  $0.32 \pm 0.24$  mm, and statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in the follow-up period of 180 days (Table 2).

Alveolar ridge width in Group B started with a maximum measurement of 4.65 mm and minimum of 2.15 mm, with an average of  $3.35 \pm 0.63$  mm, in 12 patients. By day 180 there was a maximum width of 4.09 mm and a minimum of 1.90 mm, with an average of  $2.93 \pm 0.55$  mm. There was a tendency towards ridge width loss in the evaluated time, with an average of  $0.41 \pm 0.36$  mm and statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in the period of 180 days (Table 3).

### Radiographic imaging

In evaluating the radiographic images by day 180, the bone height image in the area corresponding to the alveolus was measured against the horizontal line that goes through adjacent bone crests. Group A had an average in distance of  $0.64 \pm 0.68$  mm, and in Group B group the average was  $0.75 \pm 0.76$  mm (Table 4).

Tabla 4. Promedios de las medidas de la altura del reborde, amplitud e imagen radiográfica a los 180 días entre los dos grupos, las diferencias y los valores  $p$ .

| Medida               | Grupo A                         | Grupo B                         | Diferencia Grupo 1-Grupo 2           | t-Student pareado |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
|                      | $\bar{x} \pm DE$<br>(IC95%)     | $\bar{x} \pm DE$<br>(IC95%)     | $\bar{x} \pm DE$<br>(IC95%)          | Valor $p$         |
| Altura del reborde   | 5,45 $\pm$ 0,81<br>(4,90; 5,99) | 5,28 $\pm$ 0,88<br>(4,72; 5,84) | 0,171 $\pm$ 0,355<br>(-0,567; 0,909) | 0,635             |
| Amplitud del reborde | 3,72 $\pm$ 0,76<br>(3,20; 4,23) | 2,93 $\pm$ 0,55<br>(2,57; 3,28) | 0,789 $\pm$ 0,276<br>(0,213; 1,364)  | 0,010             |
| Imagen Rx            | 0,64 $\pm$ 0,68                 | 0,75 $\pm$ 0,76                 | -0,11 $\pm$ 0,30<br>(-0,74; 0,52)    | 0,711             |

La prueba t-Student para muestras independientes presentó un valor de  $p = 0,635$  para la variable “altura del reborde entre los grupos”, lo cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos materiales utilizados en un período de seguimiento de 180 días. En la variable “amplitud del reborde” se establece un valor de  $p = 0,010$ , lo cual indica diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Para la variable “imagen radiográfica” (altura ósea del reborde), se reporta un valor de  $p = 0,711$ , lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (Tabla 4).

## RESULTADOS HISTOLÓGICOS

La lectura de los resultados histológicos presenta, en términos de porcentajes, las células encontradas a los 180 días a partir de las muestras de tejido tomadas en los sitios intervenidos. Las pruebas estadísticas no reportan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Los autores resaltan los mayores valores de osteocitos y osteoblastos encontrados en el grupo A (Tabla 5).

Table 4. Averages of the measurements of alveolar ridge height, width, and radiographic image between both groups by day 180, with differences and  $p$  values.

| Measurement  | Group A                         | Group B                         | Difference Group 1-group 2           | Paired Student t-test |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|              | $\bar{x} \pm SD$<br>(95% CI)    | $\bar{x} \pm SD$<br>(95% CI)    | $\bar{x} \pm SD$<br>(95% CI)         | p-value               |
| Ridge height | 5.45 $\pm$ 0.81<br>(4.90; 5.99) | 5.28 $\pm$ 0.88<br>(4.72; 5.84) | 0.171 $\pm$ 0.355<br>(-0.567; 0.909) | 0.635                 |
| Ridge width  | 3.72 $\pm$ 0.76<br>(3.20; 4.23) | 2.93 $\pm$ 0.55<br>(2.57; 3.28) | 0.789 $\pm$ 0.276<br>(0.213; 1.364)  | 0.010                 |
| Rx Image     | 0.64 $\pm$ 0.68                 | 0.75 $\pm$ 0.76                 | -0.11 $\pm$ 0.30<br>(-0.74; 0.52)    | 0.711                 |

The Student-t test for independent samples showed a value of  $p = 0.635$  for the variable “ridge height between groups”, suggesting that there is no statistically significant difference between the two materials used in a follow-up period of 180 days. Variable “ridge width” yielded a value of  $p = 0.010$ , suggesting statistically significant differences between both groups. Variable “radiographic imaging” (bone height of ridge) shows a value of  $p = 0.711$ , suggesting that there is no statistically significant differences between the two groups (Table 4).

## HISTOLOGICAL FINDINGS

Analysis of the histological findings shows, in percentages, the cells that were found by day 180 on the tissue samples taken from the operated sites. The statistical tests did not yield statistically significant differences between groups. The authors highlight the higher values of osteocytes and osteoblasts found in Group A (Table 5).

Tabla 5. Reporte del tipo de células en porcentajes, a partir de las muestras histológicas tomadas a los 180 días.

| Tipo de células | Grupo experimental A y grupo control B | Número de casos | Promedio de células(%) |
|-----------------|--|-----------------|------------------------|
| Osteocitos      | A                                      | 11              | 47,99                  |
|                 | B                                      | 12              | 35,83                  |
| Osteoblastos    | A                                      | 11              | 11,36                  |
|                 | B                                      | 12              | 5,00                   |
| Osteoclastos    | A                                      | 11              | 1,27                   |
|                 | B                                      | 12              | 0,41                   |
| Fibroblastos    | A                                      | 11              | 36,36                  |
|                 | B                                      | 12              | 36,25                  |

En las figuras 1 y 2 se observan los cortes histológicos con las tres técnicas de tinción: hematoxilina y eosina, Tricrómica de Masson y von Kossa.

Table 5. Report of cell types in percentages, based on the histological samples taken on day 180.

| Type of cell | Pilot Group A and Control Group B | Number of cases | Average of cells (%) |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Osteocytes   | A                                 | 11              | 47.99                |
|              | B                                 | 12              | 35.83                |
| Osteoblasts  | A                                 | 11              | 11.36                |
|              | B                                 | 12              | 5.00                 |
| Osteoclasts  | A                                 | 11              | 1.27                 |
|              | B                                 | 12              | 0.41                 |
| Fibroblasts  | A                                 | 11              | 36.36                |
|              | B                                 | 12              | 36.25                |

Figures 1 and 2 show the histological sections with three staining techniques: hematoxylin and eosin, Masson's trichrome, and von Kossa.

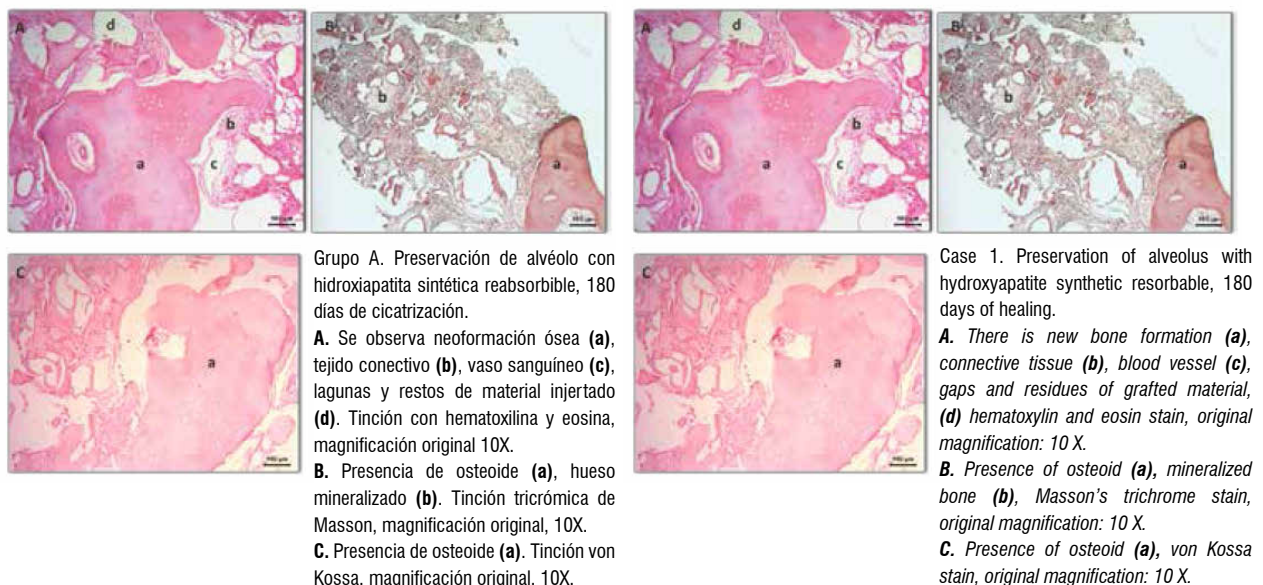


Figura 1. Preservación del alvéolo con hidroxiapatita sintética reabsorbible, 180 días de cicatrización

Figure 1. Alveolus preservation with resorbable synthetic hydroxyapatite, 180 days of healing.



Figura 2. Preservación del alvéolo con hueso alogénico corticoespongioso mineralizado liofilizado, 180 días de cicatrización

Figure 2. Alveolus preservation with lyophilized mineralized cortical-cancellous allogeneic bone, 180 days of healing.

Grupo A. Preservación de alvéolo con hidroxiapatita sintética reabsorbible



Foto clínica y radiografía prequirúrgica 24 resto radicular



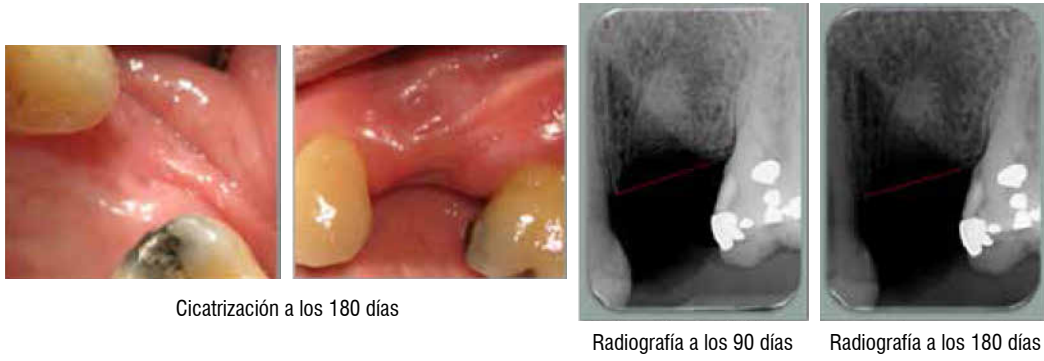
Exodoncia atraumática y toma de injerto gingival libre

Colocación de hidroxiapatita sintética reabsorbible

Injerto gingival libre en posición

Cicatrización a los 10 días

Cicatrización a los 90 días



**Group A. Alveolus preservation with resorbable synthetic hydroxyapatite**



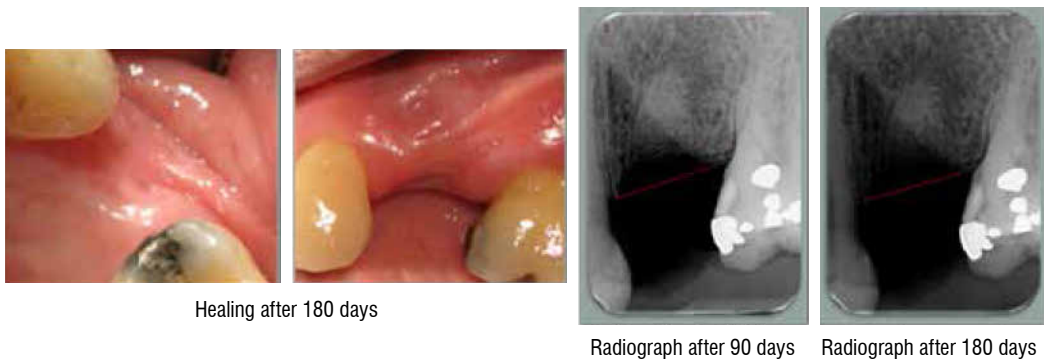
Atraumatic extraction and extraction of free gingival graft

Insertion of resorbable synthetic hydroxyapatite

Free gingival graft in place

Healing after 10 days

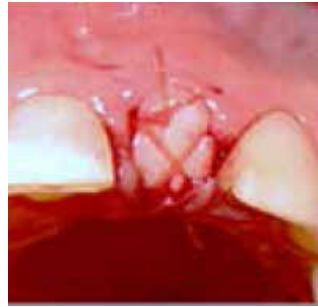
Healing after 90 days



*Grupo B. Preservación de alvéolo con hueso alogénico corticoesponjoso mineralizado, secado por congelación.*



Foto clínica prequirúrgica 21 resto radicular



Exodoncia, hueso alogénico e injerto gingival libre en posición y suturado



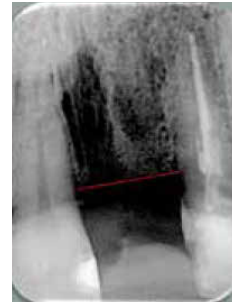
Radiografía prequirúrgica



Cicatrización a los 30 días



Cicatrización a los 180 días



Radiografía a los 90 días



Radiografía a los 180 días

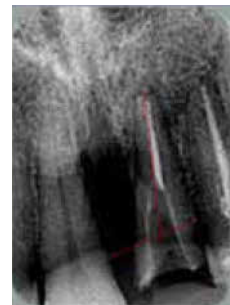
*Group B. Alveolus preservation with mineralized freeze-dried cortical-cancellous allogeneic bone*



Pre-surgical photo 21 root remains



Extraction, allogeneic bone and free gingival graft in place and with sutures



Pre-surgical X-rays



Healing after 30 days



Healing after 180 days



Radiograph after 90 days



Radiograph after 180 days

Los resultados de este estudio demuestran que el biomaterial del grupo A (o experimental) es tan bueno como el biomaterial utilizado en el grupo B (o control) durante los procedimientos de preservación de alvéolo de sitios post-exodoncia uni- o birradiculares cuando se evalúan los parámetros clínicos, radiográficos e histológicos a 180 días de cicatrización. Demuestran incluso que es mejor el biomaterial del grupo A cuando se evalúan las medidas en amplitud del reborde alveolar a los 180 días.

## DISCUSIÓN

En este estudio, los resultados de las mediciones clínicas y radiográficas no mostraron cambios graduales con el material de hidroxiapatita pero sí con el material de hueso alogénico, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Los cambios en el reborde después de la exodoncia son corroborados por estudios que demuestran que los biomateriales actúan como una matriz para la regeneración ósea, pero su reabsorción y remplazo por hueso nuevo implica procesos biológicos lentos.<sup>1</sup> La tasa de reabsorción buco-lingual no fue mayor al 30%, como se reporta en los estudios en los que se realizan procedimientos de exodoncia sin preservación del alvéolo.<sup>2,3</sup>

Araújo y Lindhe (2005) muestran que la mayor cantidad de ganancia ósea en el alvéolo ocurre en los primeros 90 días de cicatrización, en lugar de producirse pérdida, y se observa una ganancia adicional entre los 90 y 180 días. En dicho estudio, los autores evaluaron la cicatrización natural del alvéolo sin implantar ningún tipo de biomaterial.<sup>2</sup>

Araújo y Lindhe (2008), en otro de sus estudios experimentales en perros beagle, muestran que la mayor alteración dimensional tanto en alvéolos injertados como en aquellos no injertados ocurre en la porción marginal o coronal, mientras que en las porciones apical y media no ocurren cambios significativos, y que la reducción en alvéolos no injertados fue tres veces mayor que en los injertados con el biomaterial.<sup>6</sup>

The results of this study demonstrate that the biomaterial in Group A (or pilot group) is as good as the biomaterial used in Group B (or control group) during the procedures of alveolus preservation in post-extraction sites of uni- or biradicular teeth when the clinical, radiographic, and histological parameters are evaluated after 180 days of healing. They even show that the biomaterial of Group A is better when evaluating the width measurements of alveolar ridge after 180 days.

## DISCUSSION

In this study, the results of the clinical and radiographic measurements showed no gradual changes with the hydroxyapatite material but they did with the allogenic bone material, although there were no statistically significant differences between the two groups. Post-extraction alveolar ridge changes have been corroborated by studies demonstrating that biomaterials act as a matrix for bone regeneration, but resorption and replacement with new bone imply slow biological processes.<sup>1</sup> The rate of bucco-lingual resorption was not greater than 30%, as reported by studies performing extraction procedures with alveolus preservation.<sup>2,3</sup>

Araújo and Lindhe (2005) show that the greatest amount of bone gain in the alveolus occurs in the first 90 days of healing, instead of bone loss, and there is an additional gain between days 90 and 180. These authors evaluated the natural healing of alveoli without implanting any type of biomaterial.<sup>2</sup>

In another experimental study in beagle dogs, Araújo and Lindhe (2008) showed that the highest dimensional alteration, both in grafted and non-grafted alveoli, occurs in the marginal or coronal portion, while the apical and middle portions do not show significant changes; they also noted that the reduction in non-grafted alveoli was three times higher than in those grafted with biomaterial.<sup>6</sup>

Aunque los estudios en animales de experimentación demuestran un patrón de reabsorción similar al del hueso alveolar humano, no es posible extrapolar estos resultados, ya que los tiempos de cicatrización son diferentes; sin embargo, permiten observar el comportamiento de las corticales durante la cicatrización post-exodoncia de los rebordes con el uso de algún biomaterial o sin este.

Con respecto a los cambios en la altura del reborde, en el presente estudio se mostró que, usando ambos biomateriales en alvéolos post-exodoncia, se presentaron cambios que no fueron estadísticamente significativos durante los periodos de evaluación. Estos resultados son sustentados por estudios realizados por Araújo y Lindhe en 2005 y 2008, y por Schroop y colaboradores en 2003, en los que muestran que la reducción apico-coronal del reborde acompaña los cambios horizontales, siendo más evidente y significativa en la cortical vestibular. La justificación para esta diferencia es que la cresta de la pared ósea bucal de los alvéolos está compuesta solamente de hueso fibroso, y como este hace parte del periodonto, pierde su función después de la remoción del diente y es finalmente reabsorbida,<sup>2, 3, 6</sup> en tanto que la cortical lingual o palatina consiste en una combinación de hueso fibroso y hueso lamelar,<sup>2</sup> lo que hace a esta cortical menos susceptible a la reabsorción.

Es importante anotar que una mayor reabsorción puede estar influenciada por el trauma y la manipulación excesiva de los tejidos duros y blandos, o por técnicas quirúrgicas inapropiadas, como el uso de colgajo mucoperióstico durante la exodoncia debido a que al elevar el periostio el aporte sanguíneo de la superficie ósea expuesta queda comprometida, lo cual lleva a actividad osteoclástica y a la consecuente reabsorción ósea.<sup>2, 17, 18</sup>

El estudio de Fickl y colaboradores (2008) señala que la pérdida de la cortical ósea bucal influye sobre la estabilidad en sentido horizontal de los tejidos blandos. Cuando la cortical ósea bucal se reabsorbe, el tejido blando ya no puede ser estabilizado y por lo tanto colapsará dentro de ese nuevo espacio formado, ocupando el lugar que antes correspondía a la cortical ósea. Esto se traduce en una contracción buco-lingual.<sup>9</sup>

Although studies in experimental animals show a resorption pattern similar to that of human alveolar bone, it is not possible to extrapolate these results since healing times are different; however, they allow observing the behavior of corticals during post-extraction ridge healing using any type of biomaterial—or with no biomaterial at all.

Concerning ridge height changes, the present study showed that using both biomaterials in alveoli post-extraction produced changes that were not statistically significant during the evaluated periods. These results are supported by studies by Araújo and Lindhe in 2005 and 2008, and by Schroop et al in 2003, showing that apical-coronal ridge reduction usually accompanies the horizontal changes, being more obvious and significant in the buccal cortical plate. This difference may be explained because the crest of the buccal bone wall of alveoli is composed of fibrous bone only, and as it makes part of the periodontium, it loses its function after tooth removal and is finally reabsorbed,<sup>2, 3, 6</sup> while the lingual or palatal cortical consists of a combination of fibrous bone and lamellar bone,<sup>2</sup> making this cortical less susceptible to resorption.

It is important to note that a greater amount of resorption can be influenced by trauma and excessive manipulation of hard and soft tissue, or by inappropriate surgical techniques, as the use of muco-periosteal flap during extraction since lifting the periosteum compromises the blood contribution to exposed bone surface, leading to osteoclastic activity and to the consequent bone resorption.<sup>2, 17, 18</sup>

Fickl et al (2008) stated that the loss in buccal cortical bone influences stability in the horizontal direction of soft tissue. When the buccal cortical bone is reabsorbed, the soft tissue cannot be stabilized and therefore collapses into this new gap, occupying the place that used to be occupied by the cortical bone. This results in bucco-lingual retraction.<sup>9</sup>



Las dimensiones de la mucosa masticatoria, junto con la anatomía de los dientes, determinan el biotipo periodontal, variable fundamental desde el punto de vista epidemiológico y terapéutico al evaluar los cambios dimensionales del tejido blando post-exodoncia.<sup>19-21</sup> Sin embargo, en este estudio no se observan diferencias entre los grupos con ambos biotipos periodontales, pero sí se tuvo en cuenta que la altura de la cortical vestibular y palatina no podía estar afectada o perdida a más de 4 mm del margen gingival, para no afectar los resultados en ambos grupos.

En este estudio, en el que se aplicó la técnica de preservación de reborde con dos biomateriales, hidroxiapatita sintética reabsorbible (*OsseoU*, Medellín, Colombia) y hueso alogénico mineralizado, secado por congelación (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia), no se presentaron complicaciones durante ni después del procedimiento en ninguno de los casos, y tampoco se reportaron procesos infecciosos.

Durante los 10 primeros días después del procedimiento quirúrgico, todos los casos mostraron signos de inflamación con un proceso de cicatrización normal y el cierre completo del alvéolo hasta los días 30 y 60 después de la exodoncia, para los pacientes con biotipo periodontal tanto grueso como delgado. Estas observaciones coinciden con los procesos de cicatrización de los tejidos duros y blandos post-exodoncia ya reportados por Sanchis y colaboradores y Gartner y Hiatt,<sup>22, 23</sup> y con los estudios que evalúan los cambios dimensionales de los rebordes y el comportamiento clínico de la hidroxiapatita sintética.<sup>24-26</sup>

El uso de injerto gingival libre como técnica para el sellamiento del alvéolo ha sido ampliamente reportado y justificado; sin embargo, se ha demostrado que por el hecho de asentarse sobre partículas de material de injerto óseo, y no directamente sobre periostio, tiene como única fuente de vascularización los bordes desepitelializados del margen gingival, lo que lo hace susceptible a necrosis e infección debido a un aporte sanguíneo reducido.<sup>27</sup>

The dimensions of the masticatory mucosa, along with teeth anatomy, determine the periodontal biotype, a critical variable from the epidemiological and therapeutic perspective when evaluating the dimensional changes of post-extraction soft tissue.<sup>19-21</sup> However, this study did not find differences between groups using both periodontal biotypes, but it did take into account that height of the vestibular and palatal cortical could not be affected or lost in more than 4 mm from the gingival margin, in order to avoid affecting the results in both groups.

This study used the technique of alveolar ridge preservation with two biomaterials, resorbable synthetic hydroxyapatite (*OsseoU*, Medellín, Colombia) and mineralized freeze-dried allogeneic bone (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia), showing no complications during or after the procedures in none of the cases; it did not report infectious processes either.

During the first 10 days following surgical procedure, all cases showed signs of inflammation with a normal healing process and complete closure of the alveolus until days 30 and 60 post-extraction, for patients with both thick and thin periodontal biotype. These observations agree with the healing processes of hard and soft post-extraction tissue already reported by Sanchis et al and Gartner & Hiatt,<sup>22, 23</sup> and by studies evaluating dimensional ridge changes and the clinical behavior of synthetic hydroxyapatite.<sup>24-26</sup>

The use of the free gingival graft technique for sealing alveoli has been widely reported and proven; however, it has been shown that because it lays on particles of bone graft material, instead of directly on the periosteum, its only source of blood supply is the de-epithelized edges of the gingival margin, making it susceptible to necrosis and infection due to a limited blood supply.<sup>27</sup>

Con los resultados clínicos, radiográficos e histológicos de este estudio, se observa que no existen diferencias significativas entre el uso de hidroxiapatita sintética reabsorbible (*OsseoU*, Medellín, Colombia) y hueso alógeno mineralizado, secado por congelación (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellín, Colombia), en los procedimientos de preservación de reborde, siendo entonces iguales ambos biomateriales para el relleno de sitios post-exodoncia.

Finalmente, este estudio ofrece nuevas herramientas e invita a evaluar diversos biomateriales disponibles en el medio para el manejo de los rebordes post-exodoncia, con el fin de buscar alternativas y obtener mejores resultados estéticos en cirugías preprotésicas, o combinarlos con injertos óseos autólogos y aloinjertos en terapias regenerativas.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## CORRESPONDENCIA

María Catalina Castaño Granada  
Facultad de Odontología. Universidad de Antioquia  
(+574) 366 23 86  
cataperio@yahoo.com  
Carrera 48 #19A-40, Consultorio 1706  
Medellín. Colombia

With the clinical, radiographic, and histological results of this study, we observed that there are no significant differences in using of resorbable synthetic hydroxyapatite (*OsseoU*, Medellin, Colombia) and mineralized freeze-dried allogeneic bone (*Tissue Bank*<sup>®</sup>, Medellin, Colombia), during procedures for ridge preservation, and therefore both biomaterials are equally good for filling post-extraction sites.

Finally, this study offers new tools and encourages to evaluate various available biomaterials for post-extraction ridge handling, in order to seek alternatives and to obtain better esthetic results in pre-prosthetic surgeries, or combine them with autologous and allograft bone grafts in regenerative therapies.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

María Catalina Castaño Granada  
Facultad de Odontología. Universidad de Antioquia  
(+574) 366 23 86  
cataperio@yahoo.com  
Carrera 48 #19A-40, Consultorio 1706  
Medellín. Colombia

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Bartee BK. Extraction site reconstruction for alveolar ridge preservation. Part 1: rationale and materials selection. *J Oral Implantol* 2001; 27(4): 187-193.
2. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005; 32(2): 212-218.
3. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23(4): 313-323.
4. Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003; 30(9): 809-818.

5. Minichetti JC, D'Amore JC, Hong AY, Cleveland DB. Human histologic analysis of mineralized bone allograft (Puros) placement before implant surgery. *J Oral Implantol* 2004; 30(2): 74-82.
6. Araújo M, Linder E, Wennström J, Lindhe J. The influence of Bio-Oss Collagen on healing of an extraction socket: an experimental study in the dog. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008; 28(2): 123-135.
7. Araújo MG, Lindhe J. Ridge preservation with the use of Bio-Oss collagen: A 6-month study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20(5): 433-440.
8. Berglundh T, Lindhe J. Healing around implants placed in bone defects treated with Bio-Oss. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8(2): 117-124.
9. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler MB. Hard tissue alterations after socket preservation: an experimental study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19(11): 1111-1118.
10. Reynolds MA, Branch-Mays GL, Aichelmann-Reidy ME. Regeneration of periodontal tissue: bone replacement grafts. *Dent Clin Nort Am* 2010; 54(1): 55-71.
11. Stahl SS, Froum SJ. Histologic and clinical responses to porous hydroxylapatite implants in human periodontal defects. Three to twelve months postimplantation. *J Periodontol* 1987; 58(10): 689-695.
12. La Rocca AP, Alemany AS, Levi P Jr, Juan MV, Molina JN, Weisgold AS. Anterior maxillary and mandibular biotype: relationship between gingival thickness and width with respect to underlying bone thickness. *Implant Dent* 2012; 21(6): 507-515.
13. Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *J Periodontol* 2010; 81(4): 569-574.
14. Kan JY, Morimoto T, Rungcharassaeng K, Roe P, Smith DH. Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010; 30(3): 237-243.
15. Tassos I. Preserving the socket dimensions with bone grafting in single sites: an esthetic surgical approach when planning delayed implant placement. *J Oral Implantol* 2007; 33(3): 156-163.
16. Agarwal G, Thomas R, Mehta D. Postextraction maintenance of the alveolar ridge: rationale and review. *Compend Contin Educ Dent* 2012; 33(5): 320-326.
17. Wilderman MN. Repair after a periosteal retention procedure. *J Periodontol* 1963; 34(6): 487-503.
18. Wood DL, Hoag PM, Donnenfeld OW, Rosenfeld LD. Alveolar crest reduction following full and partial thickness flaps. *J Periodontol* 1972; 43(3): 141-144.
19. Müller HP, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: a review. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002; 22(2): 172-183.
20. Müller HP, Schaller N, Eger T, Heinecke A. Thickness of masticatory mucosa. *J Clin Periodontol* 2000; 27(6): 431-436.
21. Müller HP, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *J Clin Periodontol* 1997; 24(1): 65-71.
22. Sanchis BJ, Donado AA, Peñarrocha DM. Diagnóstico En: Peñarrocha M. *Implantología Oral*. Barcelona: Medicina STM editores; 2001. p. 35-48.
23. Gartner LP, Hiatt JL. Cartilago y hueso. En: Gartner LP, Hiatt JL. *Histología: texto y atlas*. México: McGraw-Hill Interamericana; 1997. p. 119-134.
24. Henkel KO, Gerber T, Lenz S, Gundlach KK, Bienengraber V. Macroscopical, histological, and morphometric studies of porous bone-replacement materials in minipigs 8 months after implantation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 102(5): 606-613.
25. Jaramillo CD, Rivera JA, Echavarría A, O'byrne J, Congote D, Restrepo LF. Comparación de las propiedades de osteoconducción y osteointegración de una hidroxiapatita reabsorbible comercial con una hidroxiapatita reabsorbible sintetizada. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2009; 22(2): 117-130.
26. Rothamel D, Schwarz F, Herten M, Engelhardt E, Donath K, Kuehn P et al. Dimensional ridge alterations following socket preservation using a nanocrystalline hydroxyapatite paste: A histomorphometrical study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37(8): 741-747.
27. Abd El Salam El Askary. Manejo de los tejidos blandos. En: Abd El Salam El Askary. *Cirugía estética y reconstructiva en implantes*. Barcelona: Publicaciones Médicas ESPAXS; 2005. p. 71-126.

# EFFECTIVIDAD DE LA ESTABILIDAD DENTARIA Y OCLUSAL CON DOS TIPOS DE RETENEDORES<sup>1</sup>

## EFFECTIVENESS OF TWO RETAINER TYPES IN DENTAL AND OCCLUSAL STABILITY<sup>1</sup>

SANDRA LILIANA GÓMEZ GÓMEZ<sup>2</sup>, LUIS FERNANDO SALAZAR QUICENO<sup>3</sup>, DIEGO ALEJANDRO GUISAO<sup>4</sup>,

JHON JAIRO BETANCUR PÉREZ<sup>5</sup>, ÁNGELA MARÍA SEGURA CARDONA<sup>6</sup>

**RESUMEN. Introducción:** con el propósito de ofrecer mayor evidencia sobre la selección del tipo de retenedor, este estudio pretendió evaluar la estabilidad de la posición dentaria y oclusal durante el tratamiento de retención con dos tipos de retenedores en individuos sin crecimiento remanente que finalizaron tratamiento ortodóncico en la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia, de la Universidad CES y en la práctica privada en Medellín en el año 2011. **Métodos:** se hizo un ensayo clínico controlado con una muestra de 47 pacientes con edades entre 15 y 45 años, divididos aleatoriamente en dos grupos de tratamiento: 22 pacientes con retenedor tipo Essix y 25 pacientes con placa de Hawley en ambos arcos. A todos los pacientes se les tomó radiografía cefálica lateral y modelos de estudio, al inicio y seis meses después, y se hizo evaluación clínica mensual. **Resultados:** los resultados clínicos y radiográficos mostraron diferencias significativas en algunas rotaciones dentarias, en la distancia intercanina superior y en la relación molar, pero en general no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos retenedores en los tres planos del espacio. **Conclusiones:** no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los retenedores en una evaluación a seis meses.

**Palabras clave:** retenedores ortodóncicos, oclusión dental, arco dental.

Gómez SL, Salazar LF, Guisao DA, Betancur JJ, Segura AM. Efectividad de la estabilidad dentaria y oclusal con dos tipos de retenedores. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 34-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a2>

**ABSTRACT. Introduction:** with the purpose of providing additional details on the selection of retainer type, this study sought to assess the stability of dental and occlusal position during retention phase using two types of retainers in individuals with no remnant growth who completed orthodontic treatment at the Universidad de Antioquia School of Dentistry, Universidad CES, and in private practice in Medellín in 2011. **Methods:** this was a controlled clinical study with a sample of 47 patients aged 15 to 45 years, randomly selected into two treatment groups: 22 patients with Essix retainer and 25 patients with Hawley plate in both arches. Cephalometric X-rays and study models were taken on all patients at baseline and six months later with monthly clinical evaluations. **Results:** the clinical and radiographic results showed significant differences in some tooth rotations in terms of upper intercanine distance and molar relationship, but overall there were no statistically significant differences between both retainers in the three space planes. **Conclusions:** there were no statistically significant differences between the retainers in a six-month evaluation period.

**Key words:** orthodontic retainers, dental occlusion, dental arch.

Gómez SL, Salazar LF, Guisao DA, Betancur JJ, Segura AM. Effectiveness of two retainer types in dental and occlusal stability. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 34-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a2>

- 1 Artículo derivado de una investigación realizada como requisito para optar al título de Magister en Epidemiología de un autor (2) y de Especialista Clínico en Ortodoncia, de dos de los coautores (3, 4).
- 2 Odontóloga, Especialista en odontología integral del adolescente y ortodoncia. Profesora Asistente de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. Correo electrónico: sandragomezortodonciaudea@gmail.com
- 3 Odontólogo, Estudiante de la especialización clínica en Ortodoncia, Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. Correo electrónico: luissalazarq@gmail.com
- 4 Odontólogo, Estudiante de la especialización clínica en Ortodoncia, Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. Correo electrónico: diegoguisao@une.net.co
- 5 Odontólogo, especialista en Odontología integral del adolescente y ortodoncia. Especialista en administración de servicios en salud: Mercadeo, Especialista en didáctica universitaria, Profesor Asociado de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. Correo electrónico: betancurjohn@hotmail.com
- 6 Estadística informática, Magister en Epidemiología, Doctora en Epidemiología. Investigadora del Grupo de Epidemiología y Bioestadística, Universidad CES. Correo electrónico: asegura@ces.edu.co

- 1 Article resulting from a research project as a requirement to qualify for the Master's Degree in Epidemiology by one author (2) and Clinical Specialist in Orthodontics by two co-authors (3, 4).
- 2 DMD, Specialist in Comprehensive Dentistry of the Adolescent and Orthodontics. Assistant Professor, School of Dentistry, Universidad de Antioquia. E-mail: sandragomezortodonciaudea@gmail.com.
- 3 DMD, Student of Clinical Specialization in Orthodontics, School of Dentistry, Universidad de Antioquia. E-mail: luissalazarq@gmail.com.
- 4 DMD, Student of Clinical Specialization in Orthodontics, School of Dentistry, Universidad de Antioquia. E-mail: diegoguisao@une.net.co.
- 5 DMD, Specialist in Comprehensive Dentistry of the Adolescent and Orthodontics. Specialist in Health Services Management: Marketing, Specialist in University Didactics. Associate Professor, School of Dentistry, Universidad de Antioquia. E-mail: betancurjohn@hotmail.com.
- 6 Computational Statistician, MSc in Epidemiology, PhD in Epidemiology. Researcher in the Epidemiology and Biostatistics Research Group, Universidad CES. E-mail: asegura@ces.edu.co.

RECIBIDO: MAYO 28/2013 - ACEPTADO: DICIEMBRE 2/2014

SUBMITTED: MAY 28/2013 - ACCEPTED: DECEMBER 2/2014

## INTRODUCCIÓN

En todos los grupos poblacionales es frecuente encontrar diferentes tipos de alteraciones dentoesceléticas, las cuales pueden afectar tanto a hombres como a mujeres y a individuos de todas las edades.<sup>1,2</sup> En la población colombiana se han realizado diferentes estudios, como los de Thilander y colaboradores,<sup>3</sup> Franco y colaboradores,<sup>4</sup> Melrose y colaboradores,<sup>5</sup> Botero y colaboradores,<sup>6</sup> Plazas y colaboradores,<sup>7</sup> y Mafla y colaboradores,<sup>8</sup> para determinar la prevalencia de las maloclusiones, y se ha encontrado mayor presencia de la maloclusión clase I acompañada de apiñamiento dental, seguida en su orden por maloclusión clase II y clase III.<sup>9</sup> De otro lado, el Estudio Nacional de Salud Bucal (ENSAB III) de 1999 hace un análisis integral de las alteraciones oclusales presentes en los tres planos del espacio, e indica la necesidad de intervención terapéutica para ellas.<sup>10</sup> El tratamiento de ortodoncia busca corregir los diferentes tipos de maloclusiones mediante la utilización de aparatos mecánicos que transmiten fuerzas a las estructuras dentarias y a los tejidos que las soportan.<sup>11-14</sup> Luego de finalizar un tratamiento con aparatología ortodóncica fija es necesario iniciar una fase de retención que puede oscilar entre 6 y 12 meses, bien sea con dispositivos fijos o removibles que mantengan los dientes en las posiciones logradas, preservando los resultados alcanzados y permitiendo la reorganización de los tejidos periodontales y gingivales luego de la corrección de las maloclusiones.<sup>15-24</sup> La recidiva se presenta en un alto porcentaje de los casos tratados con ortodoncia, con una variación individual debido a factores como el crecimiento craneofacial, el desarrollo dental, hábitos funcionales y la función muscular, lo cual exige un conocimiento preciso del desarrollo dental y esquelético de cada individuo con el propósito de planear acertadamente el tipo y tiempo de retención posortodóncica para el mismo.<sup>25-35</sup> En la práctica clínica en Colombia, y en muchos otros países alrededor del mundo, los retenedores Hawley han sido ampliamente utilizados e investigados<sup>36-41</sup> y desde hace algunos años ha aumentado significativamente la implementación de los retenedores tipo Essix por parte de los ortodontistas.<sup>42-49</sup>

## INTRODUCTION

All population groups often present different types of dentoskeletal alterations, affecting both men and women and individuals of all ages.<sup>1,2</sup> Several studies have been conducted in the Colombian population, such as the ones by Thilander et al,<sup>3</sup> Franco et al<sup>4</sup> Melrose et al,<sup>5</sup> Botero et al,<sup>6</sup> Plazas et al,<sup>7</sup> and Mafla et al,<sup>8</sup> to determine the prevalence of malocclusions, finding out a greater presence of class I malocclusion along with dental crowding, followed by class II and class III malocclusions.<sup>9</sup> On the other hand, the 1999 Estudio Nacional de Salud Bucal (ENSAB III) conducted a comprehensive analysis of the occlusal alterations occurring in all three space planes, indicating the need for therapeutic intervention on them.<sup>10</sup> Orthodontic treatment seeks to correct different types of malocclusion by means of mechanical devices that transmit forces to dental structures and the tissues that support them.<sup>11-14</sup> Once a treatment with fixed orthodontic appliances is completed, it is necessary to initiate a retention phase that may range from 6 to 12 months, with either fixed or removable devices aimed at keeping teeth in place, preserving the achieved results and allowing the reorganization of periodontal and gingival tissues once malocclusions have been corrected.<sup>15-24</sup> Recurrence occurs in a high percentage of cases treated with orthodontics, with individual variations due to factors such as craniofacial growth, tooth development, functional habits and muscle function; it is therefore necessary to know the individual dental and skeletal development in order to accurately plan the right type and post-orthodontic retention time for each patient.<sup>25-35</sup> In the clinical practice in Colombia and many other countries, the Hawley retainers have been widely used and researched<sup>36-41</sup> and for some years now the implementation of Essix retainers has been significantly increasing.<sup>42-49</sup> They are

Su elección puede obedecer a la gran aceptación de los pacientes por su apariencia estética, por sus costos y por el poco tiempo requerido para su fabricación.<sup>38</sup> Algunos estudios, como los de Lindauer y Shoff (1988),<sup>40</sup> Sauget y colaboradores (1997),<sup>41</sup> Rowland y colaboradores (2007),<sup>38</sup> Dincer e Isik (2010)<sup>42</sup> y Barlin y colaboradores (2011),<sup>43</sup> entre otros, han evaluado la efectividad clínica y la estabilidad de este tipo de retenedores.<sup>43-50</sup> En Colombia, a la fecha no se han reportado estudios que hagan evaluación y comparación entre estos dispositivos, que le permitan al ortodoncista tener elementos académicos que superen los fundamentos de estética o de aceptación de los pacientes para hacer la mejor elección del tipo de retenedor a usar en ellos.

Este estudio tuvo como propósito evaluar la estabilidad de la posición dentaria y oclusal en los tres planos del espacio durante el tratamiento de retención en un periodo de seis meses con dos tipos de retenedores en individuos que finalizaron la intervención ortodóncica en la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia, de la Universidad CES y en la práctica privada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue experimental, de tipo ensayo clínico aleatorizado sin enmascaramiento, conformado por 47 sujetos entre 15 y 45 años con crecimiento estable que finalizaron tratamiento de ortodoncia e iniciaron tratamiento de retención. Los pacientes fueron divididos aleatoriamente mediante una tabla de asignación al azar elaborada en Epidat, a partir de la cual 25 individuos fueron tratados con retenedor tipo Essix y 22 con retenedor tipo placa de Hawley, quienes tuvieron y aceptaron su participación voluntaria mediante consentimiento informado. Los sujetos no tenían antecedentes de enfermedad periodontal, malformaciones craneofaciales congénitas, hábitos orales o antecedentes de tratamientos ortodóncicos previos o de mordidas abiertas. Los dispositivos de retención se elaboraron según las prescripciones de diseño de sus autores Sheridan<sup>48</sup> y Hawley<sup>50</sup> (Figuras 1 y 2).

widely accepted by patients due to their aesthetic appearance, low cost, and the short manufacturing time needed.<sup>38</sup> Some studies, like those by Lindauer and Shoff (1988),<sup>40</sup> Sauget et al (1997),<sup>41</sup> Rowland et al (2007),<sup>38</sup> Dincer and Isik (2010),<sup>42</sup> and Barlin et al (2011),<sup>43</sup> have assessed the clinical effectiveness and stability of these types of retainers.<sup>43-50</sup> Currently there are no reported studies evaluating and comparing these devices in Colombia, and therefore orthodontists lack academic elements beyond esthetics or patient acceptance to help them make the best choice regarding which retainer type to use.

The aim of this study was to evaluate the stability of dental and occlusal position in all three planes of space during retention treatment in a six-months period with two types of retainers in individuals who completed orthodontic intervention at the Universidad de Antioquia School of Dentistry, Universidad CES, and private practice.

## MATERIALS AND METHODS

This was an experimental study in the form of a randomized non-masked clinical trial in 47 subjects aged 15 to 45 years with stable growth who completed orthodontic treatment and started retention phase. Patients were randomly selected by means of a random allocation table in Epidat; 25 individuals were treated with Essix retainer and 22 with Hawley plate. They all accepted voluntary participation by signing an informed consent. Subjects had no history of periodontal disease, congenital craniofacial malformations, oral habits or history of previous orthodontic treatment or open bite. Retainers were fabricated according to the requirements established by the authors, Sheridan<sup>48</sup> and Hawley<sup>50</sup> (Figures 1 and 2).



Figura 1. Fotografía de retenedor tipo Essix utilizado en el estudio

Figure 1. Photograph of an Essix retainer used in the study

Se hizo análisis cefalométrico antes de instalar los retenedores (T1) y seis meses después de su uso (T2), cuando se evaluó la posición sagital (ángulos: ICS/SN (incisivo central superior/silla – Nasion), ICS/FH (incisivo central superior/plano Frankfort), ICS/PP (incisivo central superior/plano palatal), ICI/PM (incisivo central inferior/plano mandibular), Distancia: ICS/AP (incisivo central superior/ puntoA-pogonion) ICI/AP (incisivo central inferior/ puntoA-pogonion) y ángulo interincisal) y vertical (Distancia ICS/PP (incisivo central superior/ plano palatal), primer molar superior/PP (primer molar superior/plano palatal), ICI/ PM (incisivo central inferior/ plano mandibular), primer molar inferior/PM (primer molar inferior/plano mandibular); además, se registró la medida del ángulo interincisal.

Se hizo además evaluación clínica mensual durante seis meses, con el fin de valorar la relación canina derecha e izquierda, la relación molar derecha e izquierda, la sobremordida horizontal y vertical, y la presencia de mordida abierta anterior y posterior.

Para el análisis del cambio de posición dentaria, un par de modelos de cada individuo fue procesado mediante un scanner y el software Ortho Insight®, en T1 y T2, realizando el registro de las caras oclusales de los arcos



Figura 2. Fotografía de retenedor tipo Hawley utilizado en el estudio

Figure 2. Photograph of a Hawley retainer used in the study

The cephalometric analysis was performed before installing retainers (T1) and six months afterwards (T2), when the sagittal position was evaluated. Angles: UCI/SN (upper central incisor/ Nasion), UCI/FH (upper central incisor/Frankfort Horizontal plane), UCI/PP (upper central incisor/ Palatal Plane), LCI/MP (lower central incisor/ mandibular plane). Distance: UCI/AP (upper central incisor/Pogonion A) ICI/AP (lower central incisor/ Pogonion A), and interincisal and vertical angle (UCI/PP distance (upper central incisor/palatal plane), upper first molar/PP), LCI/PM (lower central incisor/mandibular plane), first lower molar/PM); In addition, the interincisal angle was measured.

Also, monthly clinical evaluations were conducted during six months to evaluate right and left canine relationship, right and left molar relationship, horizontal and vertical overbite, and the presence of anterior and posterior open bite.

To analyze changes in tooth position, a couple of models of each individual were processed using a scanner and the Ortho Insight® software at T1 and T2, registering the occlusal sides of upper

superior e inferior para obtener imágenes digitalizadas en las cuales se evaluó la rotación dentaria, midiendo el ángulo formado por un punto bisectriz del eje de rotación del modelo establecido por el software y el punto de contacto mesial y distal de cada diente, determinando la rotación de incisivo central y lateral, canino, primer y segundo premolar y primer molar de cada una de las hemiarquadas (Figura 3). En estas imágenes se evaluó también el plano transversal con variables como: forma de arco, distancia intercanina, distancia interpremolar y distancia intermolar.

Todos los procedimientos radiográficos, fotográficos y de lectura de los mismos fueron realizados por un mismo operador y un mismo equipo, ambos estandarizados previamente.

and lower arches to obtain digitalized images that allowed evaluating tooth rotation by measuring the angle formed by a bisector point of the axis of rotation of the model established by the software, as well as the mesial and distal point of contact of each tooth, determining the rotation of central and lateral incisors, canine, first and second premolars and first molar of each hemiarch (Figure 3). These images also evaluated the transverse plane with variables such as arch shape, intercanine distance, interpremolar distance and intermolar distance.

All radiographic and photographic procedures and their readings were performed by the same operator and team, all of whom were previously standardized.

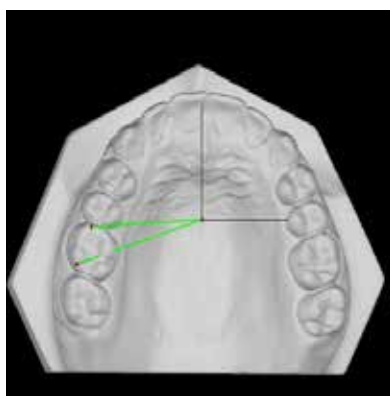


Figura 3. Imagen digitalizada de modelo superior de yeso, que muestra el punto bisectriz del eje de rotación del modelo establecido por el software y el punto de contacto mesial y distal de cada diente, determinando el ángulo de rotación dental

Figure 3. Digitalized image of the upper plaster model showing the bisector point of the rotation axis of the model established by the software, as well as each tooth's mesial and distal contact points, determining the angle of tooth rotation

Para hacer una aproximación al concepto de estabilidad dentaria, se definió ésta cuando la diferencia de angulación de cada uno de los dientes en el software fue inferior a  $1,5^\circ$  entre T1 y T2; en caso de encontrar mayor diferencia en la angulación, se clasificó como *no estabilidad dentaria*.

Luego, cada arcada fue dividida en sector anterior (canino a canino) y posterior (primer premolar a primer molar) y se realizó la sumatoria de estabilidad de cada uno de los dientes según el sector,

To have an approximate concept of tooth stability, this was defined when the angulation difference of each tooth in the software was lower than  $1.5^\circ$  between T1 and T2; when a greater difference in angle was found, it was classified as *no tooth stability*.

Each arch was subsequently divided into anterior sector (canine to canine) and posterior sector (first premolar to first molar) adding up the stability of each tooth per sector,



definiendo como estabilidad dentaria del grupo de dientes cuando cuatro dientes o más tuvieron estabilidad dentaria, y *no* estabilidad cuando tres dientes o más de cada sector no tuvieron estabilidad dentaria.

Antes de iniciar la ejecución de la investigación, y como medio para evaluar los instrumentos, se realizó una prueba piloto con una muestra de cinco pacientes, los cuales fueron sometidos a la totalidad del protocolo planeado. Los resultados de esta prueba se tuvieron en cuenta en la muestra, dado que las pruebas de concordancia (Kappa) entre dos observadores arrojó resultados de 97%.

El presente estudio se realizó en trabajo conjunto entre la Universidad de Antioquia y la Universidad CES; fue aprobado por el comité de ética de esta última e inscrito en la página de clinical trials para asegurar el cumplimiento de los estándares éticos y clínicos, garantizando además la ausencia de conflictos de interés.

**Análisis estadístico.** El análisis estadístico se realizó en PAWS 18, el cual comprendió una fase univariada y otra bivariada. Para las variables sociodemográficas (edad, sexo, estrato socioeconómico, procedencia) se utilizó análisis univariado, que incluyó: promedio, mediana, moda, desviación estándar para las variables cuantitativas, y proporciones para las cualitativas, además de tablas y gráficos correspondientes. Para el análisis bivariado, las pruebas de distribución normal (Shapiro-Wilk) de las variables cuantitativas en las categorías cualitativas ( $p < 0,05$ ) llevaron a pruebas estadísticas no paramétricas para comparar por grupos de tratamiento o por momentos de tratamiento dentro de cada grupo (U-Mann Whitney o Wilcoxon, respectivamente), y las paramétricas ( $p > 0,05$ ) usadas fueron t-Student y t-pareada, respectivamente. Se hizo además un análisis por medio de la prueba McNemar para establecer diferencias de proporciones en cuanto a la oclusión antes y después del tratamiento en cada grupo, y para establecer la relación entre las variables cualitativas independientes se utilizó la prueba Chi-cuadrado. Se utilizó un nivel de significación estadística del 5%.

defining as stability of each tooth group when four teeth or more had tooth stability, and *no* stability when three teeth or more of each sector had no tooth stability.

Before starting this research project, and as a means of assessing the instruments, a pilot test was conducted with a sample of five patients who were subjected to the entire planned protocol. The results of this test were taken into account in the sample, since the concordance tests (Kappa) between two observers yielded results of 97%.

The present study was a joint effort between Universidad de Antioquia and Universidad CES. It was approved by the Ethics Committee of the latter and was registered in the clinical trials page to ensure compliance with ethical and clinical standards, while guaranteeing the absence of conflicts of interest.

**Statistical analysis.** The statistical analysis was performed on PAWS 18, including a univariate and a bivariate phase. A univariate analysis was used for the socio-demographic variables (age, gender, socioeconomic level, and origin), including average, median, mode, and standard deviation for quantitative variables, and proportions for the qualitative ones, plus corresponding tables and graphics. For the bivariate analysis, normality distribution tests (Shapiro-Wilk) of quantitative variables in qualitative categories ( $p < 0.05$ ) led to non-parametric statistical tests to compare by treatment group or by treatment times within each group (U-Mann Whitney or Wilcoxon, respectively); the used parametric tests ( $p > 0.05$ ) were Student-t and paired-t, respectively. In addition, an analysis was conducted by means of the McNemar test to establish differences in proportions in terms of occlusion before and after treatment in each group, and the Chi-square test was used to establish the relationship among independent qualitative variables. A 5% statistical significance level was used.

## RESULTADOS

La edad promedio de los pacientes del estudio fue 21,85 años, el 57,4% fueron mujeres, y la mayor representación social la tuvo el estrato socioeconómico medio-bajo (59,6%). En cuanto a la procedencia, el 48,9% de los individuos estudiados fueron de la consulta privada, el 46,8% de la Universidad de Antioquia y el 4,3% de la atención en la Universidad CES. El 10,6% de los individuos estaban en estadio de maduración cervical de CS5 y el 89,4% en estadio CS6, garantizando estabilidad en el crecimiento.

En cuanto a las posiciones dentarias, en el grupo Essix las rotaciones dentarias mostraron diferencias estadísticamente significativas entre T1 y T2 en el incisivo lateral superior derecho ( $p = 0,025$ ), el canino superior derecho ( $p = 0,037$ ), el canino inferior derecho ( $p = 0,017$ ), y el segundo premolar inferior derecho ( $p = 0,036$ ). Por otro lado, en el grupo Hawley los dientes que mostraron estas diferencias fueron el incisivo lateral superior derecho ( $p = 0,001$ ), el incisivo lateral inferior izquierdo ( $p = 0,028$ ) y el primer premolar inferior izquierdo ( $p = 0,031$ ).

Al comparar los dos grupos se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la posición del primer molar superior izquierdo en T2 ( $p = 0,025$ ).

En el plano sagital no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre T1 y T2 al interior de cada grupo ni al comparar los dos grupos.

En el plano vertical se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la distancia molar superior-PP (plano palatal) en ambos grupos entre T1 y T2 ( $p = 0,000$ ) y en la distancia molar inferior-PM (plano mandibular) del grupo tratado con retenedor tipo Essix ( $p = 0,010$ ) (Tabla 1).

## RESULTS

The average age of patients in this study was 21.85 years; 57.4% were females, and most patients came from middle socioeconomic levels (59.6%). Concerning origin, 48.9% of the studied subjects came from private practice, 46.8% from Universidad de Antioquia, and 4.3% from Universidad CES. 10.6% of subjects were in stage CS5 of cervical maturation and 89.4% in stage CS6, guaranteeing growth stability.

As for tooth position, tooth rotations in the Essix group showed statistically significant differences between T1 and T2 in upper right lateral incisor ( $p = 0.025$ ), upper right canine ( $p = 0.037$ ), lower right canine ( $p = 0.017$ ), and second lower right premolar ( $p = 0.036$ ). On the other hand, the Hawley group teeth that showed these differences were: upper right lateral incisor ( $p = 0.001$ ), lower left lateral incisor ( $p = 0.028$ ) and first left lower premolar ( $p = 0.031$ ).

In comparing the two groups there were statistically significant differences in terms of position of the left upper first molar in T2 ( $p = 0.025$ ).

No statistically significant differences were found in the sagittal plane between T1 and T2 within each group or in comparing the two groups.

As for the vertical plane, statistically significant differences were found in terms of upper molar-PP distance (palatal plane) in both groups between T1 and T2 ( $p = 0.000$ ) and in lower molar-MP distance (mandibular plane) in the group treated with Essix retainer ( $p = 0.010$ ) (Table 1).

Tabla 1. Distribución de los individuos según características verticales

| VARIABLE                                    | TRATAMIENTO  |        |                                |               |        |                                | Prueba entre tratamiento (Valor p) |
|---|--------------|--------|--------------------------------|---------------|--------|--------------------------------|------------------------------------|
|   | ESSIX (n=22) |        |                                | HAWLEY (n=25) |        |                                |                                    |
|   | $\bar{x}$    | DE     | Prueba entre T1 y T2 (Valor p) | $\bar{x}$     | DE     | Prueba entre T1 y T2 (Valor p) |                                    |
| Sobremordida vertical T1 (overbite) (mm)    | 1,72         | (0,59) | -0,577 ¥ (0,564)               | 2,44          | (1,49) | -1,890 ¥ (0,059)               | 212,00§ (0,166)                    |
| Me (RI)                                     | 2,0          | (1,0)  |                                | 2,0           | (1,5)  |                                |                                    |
| Sobremordida vertical T2 (overbite) (mm)    | 1,75         | (0,59) |                                | 2,58          | (1,46) |                                | 192,50§ (0,067)                    |
| Me (RI)                                     | 2,0          | (1,0)  | 2,0                            | (2,0)         |        |                                |                                    |
| Distancia vertical incisivo sup.-PP T1 (mm) | 30,07        | (2,75) | -0,268ç (0,792)                | 30,10         | (2,35) | 0,278 ç (0,783)                | -0,037 ¶ (0,971)                   |
| Distancia vertical incisivo sup.-PP T2 (mm) | 30,11        | (2,96) |                                | 30,05         | (2,41) |                                | 0,079 ¶ (0,937)                    |
| Distancia vertical molar sup.-PP T1 (mm)    | 20,26        | (2,38) |                                | 20,46         | (2,36) |                                | 265,00 §(0,831)                    |
| Me (RI)                                     | 19,75        | (3,71) | -6,211 ç (0,00)*               | 19,80         | (3,4)  | -3,801 ¥ (0,000)*              | 273,50 §(0,974)                    |
| Distancia vertical molar sup.-PP T2 (mm)    | 21,33        | (2,38) |                                | 21,60         | (2,54) |                                |                                    |
| Me (RI)                                     | 21,40        | (3,2)  |                                | 21,10         | (3,5)  |                                |                                    |
| Distancia vertical incisivo inf.-PM T1 (mm) | 44,51        | (4,33) | 1,009 ç (0,325)                | 44,00         | (3,02) | -1,066 ç (0,297)               | 0,479 ¶ (0,634)                    |
| Distancia vertical incisivo inf.-PM T2 (mm) | 44,36        | (4,37) |                                | 44,13         | (3,04) |                                | 0,213 ¶ (0,832)                    |
| Distancia vertical molar inf.-PM T1 (mm)    | 29,45        | (2,96) |                                | 28,41         | (2,56) |                                | 1,289 ¶ (0,204)                    |
| Distancia vertical molar inf.-PM T2 (mm)    | 30,02        | (3,09) | -2,833ç (0,010)*               | 28,96         | (3,25) | -1,389 ç (0,178)               | 1,142 ¶ (0,259)                    |

R.I: Rango intercuartil; \*Valor p < 0,05; § Prueba U de Mann-Whitney; ¶ prueba t de Student; ç prueba t de Student pareada; ¥ Prueba Wilcoxon

Table 1. Distribution of subjects according to vertical characteristics

| VARIABLE                                    | TREATMENT      |        |                                  |                 |        |                                  | Test between treatment (p value) |
|---|----------------|--------|----------------------------------|-----------------|--------|----------------------------------|----------------------------------|
|   | ESSIX (n = 22) |        |                                  | HAWLEY (n = 25) |        |                                  |                                  |
|   | $\bar{x}$      | SD     | Test between T1 and T2 (p value) | $\bar{x}$       | SD     | Test between T1 and T2 (p value) |                                  |
| Vertical overbite T1 (mm)                   | 1.72           | (0.59) | -0.577 ¥ (0.564)                 | 2.44            | (1.49) | -1,890 ¥ (0.059)                 | 212.00 § (0.166)                 |
| Me (IR)                                     | 2.0            | (1.0)  |                                  | 2.0             | (1.5)  |                                  |                                  |
| Overbite T2 (mm)                            | 1.75           | (0.59) |                                  | 2.58            | (1.46) |                                  | 192.50 § (0.067)                 |
| Me (IR)                                     | 2.0            | (1.0)  | 2.0                              | (2.0)           |        |                                  |                                  |
| Vertical distance upper incisor-PP T1 (mm)  | 30.07          | (2.75) | -0.268 ç (0.792)                 | 30.10           | (2.35) | 0.278 ç (0.783)                  | -0.037 ¶ (0.971)                 |
| Vertical distance upper incisor-PP T2 (mm)  | 30.11          | (2.96) |                                  | 30.05           | (2.41) |                                  | 0.079 ¶ (0.937)                  |
| Vertical distance upper molar-PP T1 (mm)    | 20.26          | (2.38) |                                  | 20.46           | (2.36) |                                  | 265.00 § (0.831)                 |
| Me (IR)                                     | 19.75          | (3.71) | -6.211 ç (0.00) *                | 19.80           | (3.4)  | -3.801 ¥ (0.000) *               | 273.50 § (0.974)                 |
| Vertical distance upper molar-PP T2 (mm)    | 21.33          | (2.38) |                                  | 21.60           | (2.54) |                                  |                                  |
| Me (IR)                                     | 21.40          | (3.2)  |                                  | 21.10           | (3.5)  |                                  |                                  |
| Vertical distance lower incisor -PM T1 (mm) | 44.51          | (4.33) | 1.009 ç (0.325)                  | 44.00           | (3.02) | -1.066 ç (0.297)                 | 0.479 (0.634) ¶                  |
| Vertical distance lower incisor -PM T2 (mm) | 44.36          | (4.37) |                                  | 44.13           | (3.04) |                                  | 0.213 (0.832) ¶                  |
| Vertical distance lower molar-PM T1 (mm)    | 29.45          | (2.96) |                                  | 28.41           | (2.56) |                                  | 1.289 (0,204) ¶                  |
| Vertical distance lower molar-PM T2 (mm)    | 30.02          | (3.09) | -2.833 ç (0.010) *               | 28.96           | (3.25) | -1.389 ç (0.178)                 | 1.142 (0.259) ¶                  |

I.R.: Interquartile range; \* p value < 0.05; § Mann-Whitney U test; ¶ Student t-test; ç paired Student t test; ¥ Wilcoxon test

En el plano transversal, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la distancia intercanina superior en el grupo Hawley entre T1 y T2 ( $p = 0,02$ ) (Tabla 2).

Statistically significant differences were identified in the transversal plane in terms of the upper intercanine distance in the Hawley group between T1 and T2 ( $p = 0.02$ ) (Table 2).

Tabla 2. Distribución de los individuos según características transversales

| VARIABLE                               | TRATAMIENTO  |        |                                |               |        |                                | Prueba entre tratamiento (Valor p) |
|--|--------------|--------|--------------------------------|---------------|--------|--------------------------------|------------------------------------|
|  | ESSIX (n=22) |        |                                | HAWLEY (n=25) |        |                                |                                    |
|  | $\bar{x}$    | DE     | Prueba entre T1 y T2 (Valor p) | $\bar{x}$     | DE     | Prueba entre T1 y T2 (Valor p) |                                    |
| Distancia intercanina superior T1 (mm) | 34,98        | (1,57) | -1,34 ¥ (0,178)                | 35,61         | (2,32) | 2,42 ç (0,02)*                 | -1,069 ¶ (0,291)                   |
| Me (RI)                                | 35,03        | (1,91) |                                | 35,75         | (3,61) |                                |                                    |
| Distancia intercanina superior T2 (mm) | 34,83        | (1,72) |                                | 35,18         | (2,23) |                                | 249,50 § (0,587)                   |
| Me (RI)                                | 34,64        | (1,26) | 34,78                          | (2,77)        |        |                                |                                    |

R.I: Rango intercuartil; \*Valor  $p < 0,05$ ; § Prueba U de Mann-Whitney ¶ Prueba t de Student; ç Prueba t de Student pareada; ¥ Prueba Wilcoxon

Table 2. Distribution of subjects according to transversal characteristics

| VARIABLE                           | TREATMENT      |        |                                  |                 |        |                                  | Test between treatment (Value p) |
|------------------------------------|----------------|--------|----------------------------------|-----------------|--------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                    | ESSIX (n = 22) |        |                                  | HAWLEY (n = 25) |        |                                  |                                  |
|                                    | $\bar{x}$      | SD     | Test between T1 and T2 (p value) | $\bar{x}$       | SD     | Test between T1 and T2 (p value) |                                  |
| Upper intercanine distance T1 (mm) | 34.98          | (1.57) | -1.34 ¥ (0.178)                  | 35.61           | (2.32) | 2.42 ç (0.02) *                  | -1.069 ¶ (0.291)                 |
| Me (IR)                            | 35.03          | (1.91) |                                  | 35.75           | (3.61) |                                  |                                  |
| Upper intercanine distance T2 (mm) | 34.83          | (1.72) |                                  | 35.18           | (2.23) |                                  | 249.50 § (0.587)                 |
| Me (IR)                            | 34.64          | (1.26) | 34.78                            | (2.77)          |        |                                  |                                  |

I.R.: Interquartile range; \* p value < 0.05; § Mann-Whitney U test; ¶ Student t-test; ç paired Student t test; ¥ Wilcoxon test

De otro lado, la forma del arco de los individuos intervenidos se mantuvo estable durante el tiempo de evaluación en los dos grupos de tratamiento.

On the other hand, the arch shape of intervened subjects remained stable during the evaluation time in both treatment groups.

Al evaluar el cambio en la relación canina y molar, se encontró estabilidad al interior de cada grupo; sin embargo, hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar los grupos, en la relación molar derecha en T1 cuando esta era de clase II ( $p = 0,02$ ), y en la relación molar izquierda en T1 y T2 cuando esta era clase III ( $p = 0,026$ ) (Tabla 3).

In evaluating change in canine and molar relationship, there was stability within each group; however, there were statistically significant differences when comparing both groups in terms of right molar ratio in T1 when it was class II ( $p = 0.02$ ), and left molar relationship in T1 and T2 when it was class III ( $p = 0.026$ ) (Table 3).

Tabla 3. Distribución de los individuos según relación canina y relación molar

| VARIABLE                                   | TRATAMIENTO  |         |                                |               |         |                                | Prueba entre tratamiento (Valor p) |
|--|--------------|---------|--------------------------------|---------------|---------|--------------------------------|------------------------------------|
|  | ESSIX (n=22) |         |                                | HAWLEY (n=25) |         |                                |                                    |
|  | Me           | RI      | Prueba entre T1 y T2 (Valor p) | Me            | RI      | Prueba entre T1 y T2 (Valor p) |                                    |
| <b>RELACIÓN CANINA DERECHA CLASE II</b>    |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| R can der mm T1                            | 1,75         | (1,83)  | ¥ (0,450)                      | 1,50          | (2,0)   | ¥ (0,317)                      | 46,500 § (0,814)                   |
| R can der mm T2                            | 1,00         | (1,00)  |                                | 1,50          | (1,8)   |                                | 33,800 § (0,203)                   |
| <b>RELACIÓN MOLAR DERECHA CLASE II</b>     |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| Rel mol der mm T1                          | 1,50         | (1,0)   | 0,255 ç (0,809)                | 2,00          | (1,00)  | No hay diferencias             | 3,00 § (0,021)*                    |
| Rel mol der mm T2                          | 1,25         | (2,0)   |                                | 2,00          | (1,00)  |                                | 5,50 § (0,072)                     |
| <b>RELACIÓN CANINA IZQUIERDA CLASE II</b>  |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| R can izq mm T1                            | 1,25         | (1,00)  | ¥ (0,180)                      | 1,75          | (1,00)  | ¥ (1,00)                       | 48,500 § (0,596)                   |
| R can izq mm T2                            | 1,50         | (1,00)  |                                | 1,75          | (1,10)  |                                | 50,000 § (0,672)                   |
| <b>RELACIÓN MOLAR IZQUIERDA CLASE II</b>   |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| Rel mol izq mm T1                          |              |         | No hay cómputo                 |               |         | 1,00 ç (0,363)                 | -0,090 ¶ (0,931)                   |
| X (DE)                                     | 2,17         | (0,764) |                                | 2,25          | (1,47)  |                                | 0,080 ¶ (0,939)                    |
| Rel mol izq mm T2                          |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| X (DE)                                     | 2,167        | (0,763) |                                | 2,08          | (1,68)  |                                |                                    |
| <b>RELACIÓN CANINA DERECHA CLASE III</b>   |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| R can der mm T1                            | CTE          | CTE     | No hay cómputo                 | 1,50          | (0,00)  | ¥ (1,00)                       | 0,500 § (0,48)                     |
| R can der mm T2                            | CTE          | CTE     |                                | 1,50          | (1,00)  |                                | 0,500 § (0,48)                     |
| <b>RELACION MOLAR DERECHA CLASE III</b>    |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| Rel mol der mm T1                          | 1,08         | (0,376) | -1,41 ¥ (0,157)                | 1,79          | (0,906) | No hay cómputo                 | 11,500 § (0,150)                   |
| Me (RI)                                    | 1,00         | (1,00)  |                                | 1,50          | (2,00)  |                                |                                    |
| Rel mol der mm T2                          | 0,92         | (0,492) |                                | 1,79          | (0,906) |                                | 9,500 § (0,073)                    |
| Me (RI)                                    | 1,00         | (0,00)  |                                | 1,50          | (2,00)  |                                |                                    |
| <b>RELACIÓN CANINA IZQUIERDA CLASE III</b> |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| R can izq mm T1                            |              | CTE     | No hay cómputo                 | CTE           |         | No hay cómputo                 | No hay cómputo                     |
| R can izq mm T2                            |              | CTE     |                                | CTE           |         |                                |                                    |
| <b>RELACIÓN MOLAR IZQUIERDA CLASE III</b>  |              |         |                                |               |         |                                |                                    |
| Rel mol izq mm T1                          | 0,80         | (0,274) | -0,816 ¥ (0,414)               | 1,44          | (0,682) | 0,00 ¥ (1,00)                  | 7,500 § (0,026)*                   |
| Me (RI)                                    | 1,00         | (1,0)   |                                | 1,00          | (1,00)  |                                |                                    |
| Rel mol izq mm T2                          | 0,600        | (0,547) |                                | 1,44          | (0,682) |                                | 7,500 § (0,026)*                   |
| Me (RI)                                    | 1,0          | (1,0)   |                                | 1,00          | (0,80)  |                                |                                    |

R can der: relación canina derecha, R can izq: relación canina izquierda, Rel mol der: relación molar derecha, Rel mol izq: relación molar izquierda, Me: mediana, R.I: Rango intercuartil, X: media, (DE): desviación estándar, \*Valor p < 0,05; § Prueba U de Mann-Whitney, ¥ Prueba Wilcoxon, ¶ prueba t de Student, ç prueba t de Student pareada, CTE: Constante; No hay cómputo: no puede establecerse la diferencia

Table 3. Distribution of subjects according to canine and molar relationship

| VARIABLE                                   | TREATMENT      |         |                                  |                 |         |                                  | Test between treatment (p value) |
|--|----------------|---------|----------------------------------|-----------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|
|  | ESSIX (n = 22) |         |                                  | HAWLEY (n = 25) |         |                                  |                                  |
|  | Me             | IR      | Test between T1 and T2 (p value) | Me              | IR      | Test between T1 and T2 (p value) |                                  |
| <b>CLASS II RIGHT CANINE RELATIONSHIP</b>  |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R right can mm T1                          | 1.75           | (1.83)  | ¥ (0.450)                        | 1.50            | (2.0)   | ¥ (0.317)                        | 46.500 § (0.814)                 |
| R right can mm T2                          | 1.00           | (1.00)  |                                  | 1.50            | (1.8)   |                                  | 33.800 § (0.203)                 |
| <b>CLASS II RIGHT MOLAR RELATIONSHIP</b>   |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R right mol mm T1                          | 1.50           | (1.0)   | 0.255 ç (0.809)                  | 2.00            | (1.00)  | There are no differences         | 3.00 § (0.021) *                 |
| R right mol mm T2                          | 1.25           | (2.0)   |                                  | 2.00            | (1.00)  |                                  | 5.50 § (0.072)                   |
| <b>CLASS II LEFT CANINE RELATIONSHIP</b>   |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R left can mm T1                           | 1.25           | (1.00)  | ¥ (0.180)                        | 1.75            | (1.00)  | ¥ (1.00)                         | 48.500 § (0.596)                 |
| R left can mm T2                           | 1.50           | (1.00)  |                                  | 1.75            | (1.10)  |                                  | 50.000 § (0.672)                 |
| <b>CLASS II LEFT MOLAR RELATIONSHIP</b>    |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R left mol mm T1                           |                |         | There is no calculation          |                 |         | 1.00 ç (0.363)                   | -0.090 ¶ (0.931)                 |
| X (SD)                                     | 2.17           | (0.764) |                                  | 2.25            | (1.47)  |                                  | 0.080 (0.939) ¶                  |
| R left mol mm T2                           |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| X (SD)                                     | 2.167          | (0.763) |                                  | 2.08            | (1.68)  |                                  |                                  |
| <b>CLASS III RIGHT CANINE RELATIONSHIP</b> |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R right can mm T1                          | CONS           | CONS    | There is no calculation          | 1.50            | (0.00)  | ¥ (1.00)                         | 0.500 § (0.48)                   |
| R right can mm T2                          | CONS           | CONS    |                                  | 1.50            | (1.00)  |                                  | 0.500 § (0.48)                   |
| <b>CLASS III RIGHT MOLAR RELATIONSHIP</b>  |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R right mol mm T1                          | 1.08           | (0.376) | -1.41 ¥ (0.157)                  | 1.79            | (0.906) | There is no calculation          | 11.500 § (0.150)                 |
| Me (IR)                                    | 1.00           | (1.00)  |                                  | 1.50            | (2.00)  |                                  |                                  |
| R right mol mm T2                          | 0.92           | (0.492) |                                  | 1.79            | (0.906) |                                  | 9.500 § (0.073)                  |
| Me (IR)                                    | 1.00           | (0.00)  |                                  | 1.50            | (2.00)  |                                  |                                  |
| <b>CLASS III LEFT CANINE RELATIONSHIP</b>  |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R left can mm T1                           | CONS           |         | There is no calculation          | CONS            |         | There is no calculation          | There is no calculation          |
| R left can mm T2                           | CONS           |         |                                  | CONS            |         |                                  |                                  |
| <b>CLASS III LEFT MOLAR RELATIONSHIP</b>   |                |         |                                  |                 |         |                                  |                                  |
| R left mol mm T1                           | 0.80           | (0.274) | -0.816 ¥ (0.414)                 | 1.44            | (0,682) | 0.00 ¥ (1.00)                    | 7.500 § (0.026) *                |
| Me (IR)                                    | 1.00           | (1.0)   |                                  | 1.00            | (1.00)  |                                  |                                  |
| Rel left mol mm T2                         | 0.600          | (0.547) |                                  | 1.44            | (0,682) |                                  | 7.500 § (0.026) *                |
| Me (IR)                                    | 1.0            | (1.0)   |                                  | 1.00            | (0.80)  |                                  |                                  |

R right can: right canine relationship; R left can: left canine relationship; R right mol: right molar relationship; R left mol: left molar relationship; Me: median; I.R.: interquartile range; X media; (SD): standard deviation; \* p value < 0,05; § Mann-Whitney U test; ¥ Wilcoxon test; ¶ Student t-test; CONS: constant; ç paired Student t-test; there is no calculation: the difference cannot be established

No se encontraron signos de mordida abierta anterior ni posterior durante los seis meses de evaluación en ninguno de los grupos.

En cuanto a la estabilidad dentaria evaluada en los segmentos dentarios, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de tratamiento. Sin embargo, desde el punto de vista clínico, las medidas de impacto señalan que los segmentos anteriores superior e inferior y posterior superior fueron más estables durante seis meses de tratamiento al interior del grupo de retención Hawley, mientras que el sector posterior inferior fue más estable en el grupo Essix (Tabla 4)

Tabla 4. Medidas de impacto para estabilidad anterior superior y tratamiento

| Sector en hemiarcada | Tratamiento retención | RA   | RRA  | RR    | RRR  | NNT   |
|----------------------|-----------------------|------|------|-------|------|-------|
| Anterior superior    | Hawley (n=25)         | 72,0 | 25,0 | 1,42  | 42,0 | 4,00  |
|                      | Essix (n=22)          |      |      |       |      |       |
| Posterior superior   | Hawley (n=25)         | 72,0 | 7,8  | 1,114 | 11,4 | 12,82 |
|                      | Essix (n=22)          |      |      |       |      |       |
| Anterior inferior    | Hawley (n=25)         | 76,5 | 7,27 | 1,10  | 10,0 | 13,75 |
|                      | Essix (n=22)          |      |      |       |      |       |
| Posterior inferior   | Essix (n=22)          | 80,8 | 5,81 | 1,076 | 7,60 | 17,21 |
|                      | Hawley (n=25)         |      |      |       |      |       |

RA: Riesgo absoluto, RRA: Reducción del riesgo absoluto, RR: Riesgo relativo, RRR: Reducción del riesgo relativo, NNT: número necesario a tratar.

## DISCUSIÓN

La estabilidad de los resultados del tratamiento ortodóncico ha sido un tópico de gran interés en la especialidad. El problema de mantener los dientes en su nueva posición después del proceso ortodóncico fue reconocido por Kingsley en 1880;<sup>51</sup> por su parte, Angle señaló que, “como la tendencia de los dientes, que se han movido en oclusión, es regresar a su malposición inicial, el principio consiste en la antagonización de esta fuerza en la dirección de su tendencia”.<sup>52</sup>

En cuanto al tiempo requerido para retener el resultado del tratamiento, Angle ofreció un aparato adicional,

No signs of anterior or posterior open bite were found during the six-month evaluation period in either group.

Concerning stability in the evaluated dental segments, there were no statistically significant differences between both treatment groups. However, from the clinical point of view, the impact measurements indicate that the upper and lower anterior segments and the upper posterior segment were more stable during the six months of treatment within the Hawley retention group, while the lower posterior sector was more stable in the Essix group (Table 4).

Table 4. Impact measurements for upper anterior stability and treatment

| Sector in hemiarch | Retention treatment | AR   | ARR  | RR    | RRR  | NNT   |
|--------------------|---------------------|------|------|-------|------|-------|
| Upper anterior     | Hawley (n = 25)     | 72.0 | 25.0 | 1.42  | 42.0 | 4.00  |
|                    | Essix (n = 22)      |      |      |       |      |       |
| Upper posterior    | Hawley (n = 25)     | 72.0 | 7.8  | 1.114 | 11.4 | 12.82 |
|                    | Essix (n = 22)      |      |      |       |      |       |
| Lower anterior     | Hawley (n = 25)     | 76.5 | 7.27 | 1.10  | 10.0 | 13.75 |
|                    | Essix (n = 22)      |      |      |       |      |       |
| Lower posterior    | Essix (n = 22)      | 80.8 | 5.81 | 1.076 | 7.60 | 17.21 |
|                    | Hawley (n = 25)     |      |      |       |      |       |

AR: absolute risk, ARR: absolute risk reduction, RR: relative risk, RRR: reduction of relative risk, NNT: number needed to treat.

## DISCUSSION

Stability of the results of orthodontic treatment has been a topic of interest in this specialty. The problem of keeping teeth in their new position following the orthodontic process was recognized by Kingsley in 1880.<sup>51</sup> Later, Angle said that, “as the tendency of teeth that have been moved into occlusion is to return to their former malpositions, the main principle to be considered is to antagonize the movement of the teeth only in the direction of their tendencies”.<sup>52</sup>

In terms of time needed to retain treatment results, Angle offered an additional device, stating that

sosteniendo que el tiempo de retención varía de acuerdo a la edad del paciente, la oclusión lograda, las causas de la maloclusión, los movimientos dentales logrados, la longitud de las cúspides, la salud de los tejidos, entre otras variables, por lo que indicó que el tiempo de retención puede tener una duración que va desde días a un año o más.<sup>53, 54</sup>

Behrents señala que la estabilidad total no existe en el esqueleto craneofacial o en la dentición después del tratamiento, y que la recidiva en las dimensiones sagital, vertical o transversal depende de los patrones de crecimiento del paciente, más que del tratamiento ortodónico por sí mismo.<sup>55</sup> Teniendo en cuenta estos fundamentos, este estudio incluyó solo pacientes en quienes se aseguró la ausencia de crecimiento puberal activo, mediante la determinación del estadio de maduración cervical.<sup>34</sup> Sin embargo, Bjork en 1955 demostró la alta variabilidad del crecimiento normal facial,<sup>53</sup> y varios autores señalan el crecimiento facial posortodoncia durante la vida adulta como un factor importante a tener en cuenta en la etiología de la recidiva ortodónica,<sup>53, 54</sup> lo que podría explicar algunos tipos de recidiva particular en algunos individuos.

En cuanto a los cambios encontrados en la posición del eje longitudinal de cada pieza dentaria, analizada desde el primer molar de un lado al primer molar del otro, en ambos arcos se encontraron diferencias estadísticamente significativas durante los seis meses de evaluación para el 12, 13, 43 y 45 en el grupo tratado con Essix, y para 12, 32 y 34 en el grupo tratado con placas de Hawley. Aunque la presente investigación realizó un análisis del cambio en el eje rotacional de cada diente, se han reportado estudios que comparan los cambios en la posición del eje longitudinal mediante el índice de irregularidad de Little;<sup>26</sup> sin embargo, varios estudios han reportado mayor irregularidad con la placa de Hawley que con el retenedor tipo Essix. Rowland y colaboradores<sup>38</sup> señalaron mayor irregularidad en la zona incisiva superior e inferior con placas de Hawley que con retenedores tipo Essix, y Lindauer y Shoff<sup>40</sup> reportaron mayor irregularidad en la región incisiva superior con la placa de Hawley en una evaluación de seis meses.

retention time varies depending on patient's age, achieved occlusion, causes of malocclusion, achieved tooth movements, length of cusps, tissues health, among other variables, and that retention time can range from a few days to a year or more.<sup>53, 54</sup>

Behrents points out that full stability does not exist in the craniofacial skeleton or in dentition following treatment, and that recurrence in the sagittal, vertical, or transversal dimensions depends on patient's growth patterns rather than on the orthodontic treatment itself.<sup>55</sup> Taking these statements into account, this study only included patients whose active pubertal growth was absent, by determining the stage of cervical maturation.<sup>34</sup> However, Björk in 1955 showed the high variability of normal facial growth,<sup>53</sup> and several authors point out post-orthodontic facial growth during adult life as an important factor to be considered in the etiology of orthodontic recurrence,<sup>53, 54</sup> which could explain some types of recurrence in some individuals.

As for changes found in terms of position of each tooth's longitudinal axis, analyzed from the first molar on one side to the first molar on the other, in both arches there were statistically significant differences during the six-month evaluation period for teeth 12, 13, 43 and 45 in the Essix group, and for 12, 32 and 34 in the Hawley group. While this study analyzed changes in the rotational axis of each tooth, some studies have compared changes in the position of longitudinal axis by means of Little's irregularity index;<sup>26</sup> however, several studies have reported more irregularities with the Hawley plate than with the Essix retainer. Rowland et al<sup>38</sup> observed greater irregularity in the upper and lower incisive zone with Hawley plates than with Essix retainers, and Lindauer and Shoff<sup>40</sup> reported more irregularity in the upper incisive area with Hawley plate in a six-month evaluation.



Algunos autores, como Jäderberg y colaboradores,<sup>56</sup> y Thickett y Power,<sup>46</sup> no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la irregularidad incisiva con el uso del retenedor tipo Essix y la placa de Hawley.

Gill y colaboradores<sup>48</sup> reportaron aumento en el índice de irregularidad de Little en los dos retenedores comparados, Essix y retenedor fijo, luego de seis meses de evaluación. Ello coincide con el presente estudio, pues aunque la irregularidad dentaria resultante no se podría agrupar por zonas, llama la atención que en los dos grupos se hayan presentado cambios en las posiciones dentarias, lo que se puede explicar a partir de la remodelación periodontal y la reorganización del ligamento periodontal como factor de control importante en el equilibrio de la posición dental.<sup>37</sup>

En el plano sagital, el cual fue evaluado clínica y radiográficamente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la estabilidad dentaria y oclusal. Es posible que el tiempo de evaluación no sea suficiente para encontrar hallazgos importantes desde el punto de vista radiográfico. Sin embargo, la valoración clínica de la sobremordida horizontal tampoco arrojó diferencias, por lo que se puede concluir que en este plano los dos retenedores ejercen el mismo control clínico. Estos resultados concuerdan con los de autores como Rowland y colaboradores,<sup>38</sup> Lindauer y Shoff,<sup>40</sup> Jäderberg y colaboradores<sup>56</sup> y Tynelius y colaboradores,<sup>47</sup> quienes tampoco encontraron diferencias significativas entre la sobremordida horizontal en los dos retenedores durante el tiempo de evaluación. Este control de los dos tipos de aparatos de contención se puede explicar por la barrera física que ejerce el arco vestibular en la placa de Hawley y el acrílico en el Essix, además de las barreras biológicas, como los labios superior e inferior y la musculatura perioral, que pueden estar involucrados en la contención de este plano.

En el plano vertical se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la distancia entre el primer molar superior y el plano palatal en los dos grupos de retenedores, y en la distancia vertical del primer molar inferior con el plano mandibular en el grupo

Some authors, like Jäderberg et al<sup>56</sup> and Thickett and Power,<sup>46</sup> found no statistically significant differences in incisive irregularity between the Essix retainer and the Hawley plate.

Gill et al<sup>48</sup> reported an increase in Little's irregularity index in two compared retainers—Essix and a fixed retainer—after six months of evaluation. This agrees with the present study, since although the resulting tooth irregularity could not be grouped by areas, it is noticeable that both groups presented changes in tooth positions, which can be explained by the periodontal remodeling and the reorganization of periodontal ligament as a decisive control factor in dental position balance.<sup>37</sup>

In the sagittal plane, which was clinically and radiographically evaluated, no statistically significant differences were found in dental and occlusal stability. It might be that the evaluation time is not sufficient to gather important findings from the radiographic point of view. However, the clinical evaluation of overjet did not yield differences either, allowing to conclude that at this plane both retainers have the same clinical control. These results agree with authors such as Rowland et al,<sup>38</sup> Lindauer and Shoff,<sup>40</sup> Jäderberg et al,<sup>56</sup> and Tynelius et al,<sup>47</sup> who did not find significant differences in overjet between the two retainers during the evaluation period. This control of the two retainer types can be explained by the physical barrier created by the vestibular arch on the Hawley plate and the acrylic in the Essix retainer, in addition to biological barriers, such as the upper and lower lips and perioral muscles, which may be involved in containing this plane.

As for the vertical plane, statistically significant differences were found in terms of distance between the upper first molar and the palatal plane in both groups, and in vertical distance of the first lower molar to the mandibular plane in the Essix group;

tratado con Essix; sin embargo, las demás variables verticales no tuvieron cambios significativos. No obstante, estudios como el de Tsai,<sup>44</sup> quien reporta que el uso prolongado del Essix produce mordida abierta anterior, y Gill y colaboradores,<sup>48</sup> quienes refutan lo anterior, señalando que no existe ninguna relación entre el uso del retenedor tipo Essix y mordida abierta, y otros autores, quienes no encontraron cambios en la sobremordida vertical durante el tiempo de valoración de los sujetos en ninguno de los dos tipos de retenedores,<sup>38,40-45</sup> permiten concluir que, aunque se encontraron cambios para los molares en los dos grupos de tratamiento, esto no es suficiente fundamentación para aseverar que los cambios verticales experimentados por los molares son la causa de tendencia a mordida abierta anterior, puesto que en todos los individuos evaluados hubo ausencia de mordida abierta anterior y posterior en los dos grupos tratados. Es posible que estos cambios verticales de los molares sean consecuencia del remodelado periodontal y el ajuste oclusal biológico que ocurre de manera natural luego del tratamiento ortodóncico.<sup>37, 47, 48</sup> Aun así, no se puede señalar que alguno de los dos retenedores sea factor etiológico de una mordida abierta posortodoncia, puesto que el cambio molar se presentó con los dos aparatos; además, no hubo reporte de mordida abierta en ningún grupo.

En el plano transversal, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los momentos de evaluación en cuanto a la distancia intercanina superior para el grupo tratado con placa de Hawley. Este hallazgo es divergente de lo reportado por otros autores como Thickett y Power,<sup>46</sup> Barlin y colaboradores,<sup>43</sup> Tynelius y colaboradores,<sup>47</sup> Tibbets<sup>45</sup> y Rowland y colaboradores,<sup>38</sup> quienes no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la distancia intercanina y la intermolar durante el tiempo de evaluación para los dos tipos de aparatos de contención. Una posible explicación para el cambio presentado en la distancia intercanina superior es la falta de control transversal presentado por el retenedor tipo Hawley, por el gancho ubicado en el contacto interproximal entre el canino y el primer premolar, lo que puede generar inestabilidad transversal de este diente;

however, the other vertical variables did not show significant changes. Nevertheless, studies such as the ones by Tsai,<sup>44</sup> who reports that long-term use of the Essix retainer produces anterior open bite, and Gill et al,<sup>48</sup> who contradicts this last assertion pointing out that there is no relationship between the use of Essix retainer and open bite, as well as other authors, who found no overbite changes when evaluating subjects using both retainer types,<sup>38, 40-45</sup> allow to conclude that, although changes to the molars were found in both treatment groups, this is not sufficient basis to assert that the vertical changes experienced by molars are caused by a tendency to anterior open bite, since anterior and posterior open bite were absent in all the evaluated subjects in both treated groups. These vertical changes in molars might result from the periodontal remodeling and the biological occlusal adjustment naturally occurring after orthodontic treatment.<sup>37, 47, 48</sup> Nevertheless, none of the two retainers may be considered as an etiological factor for post-orthodontic open bite, since molar change occurred with the two devices; in addition, neither group showed open bite.

In the transverse plane, there were statistically significant differences between the evaluation times in terms of upper intercanine distance in the group treated with Hawley plate. This finding disagrees with reports by other authors such as Thickett and Power,<sup>46</sup> Barlin et al,<sup>43</sup> Tynelius et al,<sup>47</sup> Tibbets,<sup>45</sup> and Rowland et al,<sup>38</sup> who found no statistically significant differences between intercanine distance and intermolar distance during the evaluation period for the two types of retainers. One possible explanation for the change in upper intercanine distance is the lack of transversal control by the Hawley retainer due to the clasp located on the interproximal contact between canine and first premolar, which can create transverse instability of this tooth.

sin embargo, dicho gancho también se diseña en el arco inferior en la misma ubicación, pero una parte del arco vestibular de la placa inferior alcanza a ejercer control en la superficie vestibular del canino inferior, por lo que quizá es por esto que no se presentaron cambios en la distancia intercanina inferior.

En cuanto a la relación molar y la relación canina, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dos grupos de retención; sin embargo, se notaron cambios importantes desde el punto de vista clínico: se pudo notar, por ejemplo, que durante los seis meses de evaluación la relación canina se mantuvo más estable que la relación molar. Desde el punto de vista de cuantificación de cambios de estas relaciones sagitales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de tratamiento en cuanto a la relación molar derecha en el momento T1 (inicio de tratamiento), cuando la relación molar de ese lado fue clase II; sin embargo, en el momento T2, a los seis meses de evaluación, desaparecieron estas diferencias, lo que se puede explicar por los cambios que se presentaron en el plano vertical con la distancia del molar superior-PP y del molar inferior-PM, que pueden tener efecto en otros planos del espacio, representando una ligera inclinación que pueda tener resultado en las diferencias en estas características de acople sagital.

Luego de definir la estabilidad dentaria a partir de la cantidad de cambios de rotación de cada uno de los dientes entre los dos momentos de evaluación del estudio, se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la estabilidad dentaria entre los dos aparatos de retención; sin embargo, como parte del ejercicio epidemiológico se determinaron algunas medidas de impacto que pudieran orientar la decisión del clínico en ortodoncia, en aras de entregar tratamientos de retención más efectivos. Y en este proceso se encontró que la placa de Hawley fue más efectiva para la estabilidad anterosuperior, posterosuperior y anteroinferior, mientras que el retenedor tipo Essix fue más efectivo en términos de la estabilidad posteroinferior. Es importante recordar que estas aseveraciones surgen de un ejercicio, y que es posible que los cambios en los límites

However, this clasp is also placed on the lower arch in the same location, but one part of the vestibular arch of the lower plate may have control over the vestibular surface of the lower canine; this may explain the absence of changes in lower intercanine distance.

In terms of molar and canine relationships, no statistically significant differences were found in both retention groups; however, there were important changes from the clinical point of view. For instance, during the six-month evaluation period the canine relationship remained more stable than the molar relationship. From the point of view of changes quantification in these sagittal relationships, there were statistically significant differences between the treatment groups in terms of right molar relationship at T1 (baseline), when the molar relationship on that side was class II; however, at T2, or six months of evaluation, these differences disappeared, which can be explained by the changes occurring in the vertical plane with the upper molar-PP distance and the lower molar-PM distance, which may have effects on other space planes, representing a slight inclination that may have resulted in differences in these characteristics of sagittal adaptation.

After defining tooth stability based on the amount of rotation changes in each tooth between the two evaluation times in this study, no statistically significant differences were found in tooth stability between the two retention devices; however, as part of the epidemiological contributions, some impact measures were defined to help orthodontics specialists make decisions to offer more effective retention treatments. And in this process, it was found out that Hawley plate was more effective for anterosuperior, posterosuperior, and anteroinferior stability, whereas the Essix retainer was more effective in terms of posteroinferior stability. It is important to remember though that these assertions are the result of an experiment, and that changes in the limits

de la cuantificación en la diferencia que define estabilidad dentaria o ausencia de la misma puedan generar un cambio de estas relaciones. También queda claro que, en términos de estabilidad dentaria, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos retenedores.

## CONCLUSIONES

Al comparar la efectividad del retenedor tipo Essix con el retenedor tipo placa de Hawley, no se encontraron diferencias en el plano sagital, la forma del arco, la sobremordida vertical y horizontal, ni la aparición de signos de mordida abierta anterior y posterior durante seis meses de evaluación.

El control vertical de los dos retenedores es similar para el primer molar superior, mientras que el retenedor Hawley tiene mejor control vertical para el primer molar inferior. Sin embargo, las diferencias encontradas en este plano no tuvieron relación alguna con la aparición de mordidas abiertas posortodoncia con el retenedor tipo Essix.

En el plano transversal, es más estable para el arco superior el control ofrecido por el retenedor tipo Essix que por las placas de Hawley en un periodo de seis meses.

Dado que se encontraron rotaciones dentarias aisladas en cada uno de los grupos, se concluye que el uso de los dos retenedores puede ser complementario en un tratamiento de retención.

Aunque se encontraron algunas diferencias aisladas estadísticamente significativas, no son suficientes para indicar diferencias en la efectividad de la estabilidad dentaria y oclusal entre los dos aparatos de retención estudiados.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de comparación con estos tipos de retenedores que incluyan el seguimiento por un periodo de tiempo mayor, para asegurar que la

of quantification in the difference that defines tooth stability or lack of it can create changes of these relationships. It is also clear that, in terms of tooth stability, there are no statistically significant differences between the two retainers.

## CONCLUSIONS

In comparing the effectiveness of the Essix retainer against the Hawley plate, there were no differences in sagittal plane, arch shape, or vertical and overjet, nor signs of anterior and posterior open bite during the six-month evaluation period.

The vertical control of both retainers is similar for the first upper molar, while the Hawley retainer has better vertical control on the first lower molar. However, the differences found in this plane did not have anything to do with the appearance of post-orthodontic open bites with the Essix retainer.

In the transverse plane, the control offered by the Essix retainer for the upper arch is more stable than that of the Hawley plate over a period of six months.

Since isolated tooth rotations were found in each group, one may conclude that the use of both retainers can be complementary in retention treatments.

While some isolated statistically significant differences were found, they are not sufficient to indicate differences in the effectiveness of dental and occlusal stability between the two retention devices under study.

## RECOMMENDATIONS

Studies comparing these retainer types are recommended, including monitoring for a longer period of time to confirm that

falta de diferencias encontradas en el presente estudio no esté sujeta al factor tiempo.

Dada la importancia de elegir el mejor retenedor para garantizar la estabilidad en el paciente posortodóncico, se hace fundamental tener en cuenta que dicha selección debe estar basada en las características propias del paciente y en evidencia más que en la preferencia clínica del ortodoncista.

## AGRADECIMIENTOS

Al centro de ayudas diagnósticas IMAX por la toma y procesamiento de las ayudas diagnósticas, a Asesorías Técnicas en Ortodoncia (ATO) por la elaboración de los dispositivos de retención, a la Universidad CES por el apoyo académico, a la Dirección de Investigación de la Universidad CES por la financiación del proyecto y el apoyo en la recolección de la muestra, y a la Universidad de Antioquia por el apoyo operativo y académico.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Sandra Liliana Gómez Gómez  
Facultad de Odontología Universidad de Antioquia  
Teléfono: 57 (4) 2196772  
sandragomezortodonciaudea@gmail.com  
Calle 64 #52-59  
Medellín, Colombia

the lack of differences found in this study is not time dependent.

Given the importance of choosing the best retainer to ensure stability in the post-orthodontic patient, it is essential to take into account that such selection should be based on the characteristics of each patient and on evidence rather than on the orthodontist's clinical preference.

## ACKNOWLEDGMENTS

To the IMAX medical diagnosis center for taking and processing the diagnostic aids for this study; to Asesorías Técnicas en Ortodoncia (ATO) for manufacturing the retainers; to Universidad CES for its academic support; to Universidad CES Research Department for funding this project and for its support in collecting the sample, and to Universidad de Antioquia for its operational and academic support.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Sandra Liliana Gómez Gómez  
Facultad de Odontología Universidad de Antioquia  
(+574) 219 67 72  
sandragomezortodonciaudea@gmail.com  
Calle 64 #52-59  
Medellín, Colombia

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Onyeaso CO. Prevalence of malocclusion among adolescents in Ibadan, Nigeria. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126(5):604-607.
2. Joondeph DR. Retention and relapse. En: Graber T, Vanarsdall R. *Orthodontics current principles and techniques*. 3.<sup>a</sup> ed. St Louis: Mosby; 2000. p. 985-1012.
3. Thilander B, Pena L, Infante C, Parada SS, de Mayorga C. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogotá, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod* 2001; 23(2): 153-167.
4. Franco AM, Álvarez E, Tobón SM, Jiménez R, Roldán S. Estudio epidemiológico integral del proceso salud-enfermedad bucal de los usuarios del servicio odontológico de Comfenalco Antioquia. *CES Odontol* 1999; 12(2): 13-20.
5. Melrose C, Millett DT. Toward a perspective on orthodontic retention? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113(5): 507-514.
6. Botero PM, Vélez N, Cuesta DP, Gómez E, González PA, Cossio M et al. Perfil epidemiológico de oclusión dental en niños que consultan a la Universidad Cooperativa de Colombia. *CES Odontol* 2009; 22(1): 9-13.
7. Plazas J, Martínez O, Castro L, Solana A, Villalba L. Prevalencia de maloclusiones en niños de una escuela de Cartagena de Indias. *Ciencia y Salud Virtual* 2011; 3(1): 2-8.
8. Mafla AC, Barrera DA, Muñoz GM. Maloclusión y necesidad de tratamiento ortodóntico en adolescentes de Pasto, Colombia. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2011; 22(2): 173-185.
9. Carrillo G, Córdoba N, Correa MV, Vera A, Bastidas L, Perdomo AF. Prevalencia de las maloclusiones verticales en pacientes tratados en la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. *Rev Nal Odontol* 2008; 4(7): 24-31.
10. Ministerio de la Protección Social. ENSAB III Colombia. Bogotá: El Ministerio; 1998.
11. Araujo E, Souki M. Bolton anterior tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Angle Orthod* 2003; 73(3): 307-313.
12. Canut JA. *Ortodoncia clínica*. Barcelona: Salvat; 1988.
13. Strang RH. Factors of influence in producing a stable result in treatment of malocclusions. *Am J Orthod Oral Surg* 1946; 32(6): 313-332.
14. Thilander B. Biological basis for orthodontic relapse. *Semin Orthod* 2000; 6(3):195-205.
15. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1967; 53(10): 721-745.
16. Canut JA, Plasencia E. Retención y recidiva. Consideraciones actuales. *Rev Esp Ortod* 1984; 14: 139-158.
17. Solow B. The dentoalveolar compensatory mechanism: background and clinical implications. *Br J Orthod* 1980; 7(3): 145-161.
18. Reitan K. Tissue rearrangement during the retention of orthodontically rotated teeth. *Angle Orthod* 1959; 29(2): 105-113.
19. Horowitz SL, Hixon EH. Physiologic recovery following orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1969; 55(1): 1-4.
20. Jacobs RM, Brodie AG. Tonic and contractile components of the oral vestibular forces in young subjects with normal occlusion. *Am J Orthod* 1966; 52(8): 561-575.
21. Riedel RA. A review of the retention problem. *Angle Orthod* 1960; 30(4): 179-199.
22. Reitan K. Principles of retention and avoidance of posttreatment relapse. *Am J Orthod* 1969; 55(6): 776-790.
23. Nanda R, Burstone CJ. *Contención y estabilidad en ortodoncia*. Editorial Médica Panamericana; 1994.
24. Rodríguez E, Casasa R. Retención y recidiva. En: Casasa R. *Ortodoncia contemporánea. Diagnóstico y tratamiento*. Caracas: Amolca; 2005. p. 247-256.
25. Beherents R. *A treatise on the continuum of growth in the aging craniofacial skeleton*. Ann Arbor: University of Michigan. Center for Human Growth and Development; 1984.
26. Little RM, Riedel RA, Artun J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 93(5): 423-428.
27. Kucukkeles N, Acar A, Biren S, Arun T. Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal maturity. *J Clin Pediatr Dent* 1999; 24(1): 47-52.

28. Helling E. Cervical vertebral dimensions in 8, 11, and 15-year-old children. *Acta Odontol Scand* 1991; 49(4): 207-213.
29. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107(1): 58-66.
30. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982; 82(4): 299-309.
31. Hägg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980; 38(3): 187-200.
32. Fishman, L. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented study based on hand-wrist films. *Angle Orthod* 1982; 52(2): 88-112.
33. Bernal N, Arias MI. Indicadores de maduración esquelética y dental. *Rev CES Odont* 2007; 20(1): 59-68.
34. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002; 72(4): 316-323.
35. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment in Dentofacial Orthopedics. *Semin Orthod* 2005; 11(3): 119-129.
36. Marcotte M. Biomecánica en ortodoncia. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 153-155.
37. Rodríguez E, Natera A, Casasa R, Rocha A, Del Pozo E, Coutiño C et al. Retención en Ortodoncia. En: 1001 tips en ortodoncia y sus secretos. Caracas: Amolca; 2007. p. 335-382.
38. Rowland H, Hichens L, Williams A, Hills D, Killingback N, Ewings P, et al. The effectiveness of Hawley and vacuum-formed retainers: A single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(6): 730-737.
39. Pratt MC, Kluemper GT, Lindstrom AF. Patient compliance with orthodontic retainers in the postretention phase. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140(2): 196-201.
40. Lindauer SJ, Shoff RC. Comparison of Essix and Hawley retainers. *J Clin Orthod* 1998; 32(2): 95-97.
41. Sauget E, Covell DA Jr, Boero RP, Lieber W. Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers. *Angle Orthod* 1997; 67(3): 223-230.
42. Dincer M, Isik B. Effects of thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Eur J Orthod* 2010; 32(1): 6-10.
43. Barlin S, Smith R, Reed R, Sandy J, Ireland AJ. A retrospective randomized double-blind comparison study of the effectiveness of Hawley vs vacuum-formed retainers. *Angle Orthod* 2011; 81(3): 404-409.
44. Tsai C. Comparison of the effects of an Essix and Hawley retainer on post-orthodontic occlusion. Saint Louis: Master of Science of Dentistry. Saint Louis University. Dentistry School; 2010.
45. Tibbetts JR. The effectiveness of three orthodontic retention systems: A short term clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106(6): 671.
46. Thickett E, Power S. A randomized clinical trial of thermoplastic retainer wear. *Eur J Orthod* 2010; 32(1): 1-5.
47. Tynelius GE, Bondemark L, Lilja-Karlander E. Evaluation of orthodontic treatment after 1 year of retention—a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 2010; 32(5): 542-547.
48. Gill DS, Naini FB, Jones A, Tredwin CJ. Part-time versus full-time retainer wear following fixed appliance therapy: a randomized prospective controlled trial. *World J Orthod* 2007; 8(3): 300-306.
49. Sheridan JJ, Ledoux W, McMinn R. Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *J Clin Orthod* 1993; 27(1): 37-45.
50. Hawley CA. A removable retainer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1919; 5(6): 291-305.
51. Kingsley N. Oral deformities. New York: Appleton and Company; 1880.
52. Angle EH. Retention. En: Treatment of malocclusion of teeth. Philadelphia: White Dental Manufacturing Company; 1907. p. 263-304.
53. Björk A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odontol Scand* 1955; 13(1): 9-34.
54. Behrents R. Atlas for growth in the aging craniofacial skeleton. Monograph 18, craniofacial growth series, center for human growth and development, University of Michigan. Ann Arbor: Mich; 1986.
55. Behrents RG, Harris EF, Vaden JL, Williams RA, Kemp DH. Relapse of orthodontic treatment results: growth as an etiologic factor. *J Charles H. Tweed Int Found* 1989; 17(1): 65-80.
56. Jäderberg S, Feldmann I, Engström C. Removable thermoplastic appliances as orthodontic retainers—a prospective study of different wear regimens. *Eur J Orthod* 2012; 34(4): 475- 479.

---

# CORROSIÓN DE NITINOL BAJO TENSIONES DE FUERZA EN FLUIDO FISIOLÓGICO SIMULADO CON Y SIN FLUORUROS<sup>1</sup>

## NITINOL CORROSION UNDER FORCE STRESSES IN SIMULATED PHYSIOLOGICAL FLUID WITH AND WITHOUT FLUORIDES<sup>1</sup>

NERLY MONTAÑEZ<sup>2</sup>, DARÍO PEÑA<sup>3</sup>, RONEL CARDOZO<sup>4</sup>, MARTHA FARIA<sup>5</sup>,

BAYRON MONTERO<sup>6</sup>, GISSETH SÁNCHEZ<sup>7</sup>, ERIKA ZAMBRANO<sup>8</sup>

**RESUMEN. Introducción:** los alambres de níquel-titanio (nitinol) poseen potencial de corrosión en el medio bucal y pueden ocasionar problemas de biocompatibilidad. El propósito de este estudio fue comparar el comportamiento de corrosión que presentan los alambres de nitinol en saliva artificial con diferentes niveles de pH, concentración de fluoruros y grados de tensión. **Métodos:** se desarrolló un estudio de tipo experimental, aplicando cuatro técnicas electroquímicas: potencial de corrosión, resistencia a la polarización lineal, curvas de Tafel y espectroscopia de impedancia electroquímica. Los especímenes fueron cementados en dientes que simulaban diferentes grados de apiñamiento (56 gf y 224 gf), a diversos niveles de concentración de fluoruros (0% y 0,5%) y pH (4 y 7). **Resultados:** se observó que el valor de resistencia a la corrosión para una muestra sumergida a pH 4, 0% NaF y a 5 horas de inmersión es menor para la fuerza de 224 gf que para la de 56 gf. Cuando se le agrega al electrolito la concentración de fluoruro de sodio de 0,5%, aumenta la resistencia a la polarización para una fuerza equivalente de 224 gf. **Conclusiones:** se confirmó la existencia de óxidos sobre la superficie del níquel-titanio, especialmente en el arco expuesto durante 14 días a pH 4 y 0,5% en peso de NaF.

**Palabras clave:** aleación níquel-titanio, fluoruros, corrosión, técnicas electroquímicas.

Montañez N, Peña D, Cardozo R, Faria M, Montero B, Sánchez G, Zambrano E. Corrosión de nitinol bajo tensiones de fuerza en fluido fisiológico simulado con y sin fluoruros. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 54-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a3>

---

**ABSTRACT. Introduction:** nickel-titanium (nitinol) wires may potentially corrode oral environments causing biocompatibility problems. The purpose of this study was to compare the behavior of corrosion of nitinol wires in artificial saliva with different levels of pH, fluoride concentration, and tension degrees. **Methods:** an experimental study applying four electrochemical techniques: corrosion potential, linear polarization resistance, Tafel curves, and electrochemical impedance spectroscopy. Samples were cemented on teeth simulating different crowding degrees (56 gf and 224 gf) at various levels of fluoride concentration (0% and 0.5%) and pH (4 and 7). **Results:** the corrosion strength values for a sample submerged at pH 4, 0% NaF during 5 hours is lower for a force of 224 gf than for 56 gf. When the electrolyte is added a concentration of 0.5% sodium fluoride, it increases polarization resistance for a force of 224 gf. **Conclusions:** this study confirmed the existence of oxides on the nickel-titanium surface, especially on the arch exposed for 14 days to pH 4 and 0.5% NaF.

**Key words:** nickel-titanium alloy, fluorides, corrosion, electrochemical techniques.

Montañez N, Peña D, Cardozo R, Faria M, Montero B, Sánchez G, Zambrano E. Nitinol corrosion under force stresses in simulated physiological fluid with and without fluorides. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 54-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a3>

- 
- 1 Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Especialista en Ortodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Santo Tomás. Bucaramanga, Colombia.
  - 2 Ingeniera Química, Magister en Ingeniería de Materiales. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [ing.nerly.montanez@hotmail.com](mailto:ing.nerly.montanez@hotmail.com)
  - 3 Ingeniero Metalúrgico, PhD en Corrosión. Profesor de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [darioypb@gmail.com](mailto:darioypb@gmail.com)
  - 4 Odontólogo, Especialista en Ortodoncia. Universidad Santo Tomás, Facultad de Odontología, Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [ronelalfonsocardozo@hotmail.com](mailto:ronelalfonsocardozo@hotmail.com)
  - 5 Odontóloga, Especialista en Ortodoncia. Universidad Santo Tomás, Facultad de Odontología, Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [carofa\\_83@hotmail.com](mailto:carofa_83@hotmail.com)
  - 6 Odontólogo, Especialista en Ortodoncia. Universidad Santo Tomás, Facultad de Odontología, Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [bayronmoreno@hotmail.com](mailto:bayronmoreno@hotmail.com)
  - 7 Odontóloga, Especialista en Ortodoncia. Universidad Santo Tomás, Facultad de Odontología, Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [giset49@hotmail.com](mailto:giset49@hotmail.com)
  - 8 Odontóloga, Especialista en Ortodoncia. Universidad Santo Tomás, Facultad de Odontología, Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: [erikazambranomartinez@yahoo.com](mailto:erikazambranomartinez@yahoo.com)

RECIBIDO: MAYO 6/2014 - ACEPTADO: JULIO 19/2016

- 
- 1 Degree project as partial requirement to qualify for the title of Specialist in Orthodontics, School of Dentistry, Universidad Santo Tomás. Bucaramanga, Colombia.
  - 2 Chemical Engineer, MSc in Materials Engineering. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. E-mail: [ing.nerly.montanez@hotmail.com](mailto:ing.nerly.montanez@hotmail.com)
  - 3 Metallurgical Engineer, PhD in Corrosion. Professor at the Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. E-mail: [darioypb@gmail.com](mailto:darioypb@gmail.com)
  - 4 DMD, Specialist in Orthodontics. Universidad Santo Tomás, School of Dentistry, Bucaramanga, Colombia. E-mail: [ronelalfonsocardozo@hotmail.com](mailto:ronelalfonsocardozo@hotmail.com)
  - 5 DMD, Specialist in Orthodontics. Universidad Santo Tomás, School of Dentistry, Bucaramanga, Colombia. E-mail: [carofa\\_83@hotmail.com](mailto:carofa_83@hotmail.com)
  - 6 DMD, Specialist in Orthodontics. Universidad Santo Tomás, School of Dentistry, Bucaramanga, Colombia. E-mail: [bayronmoreno@hotmail.com](mailto:bayronmoreno@hotmail.com)
  - 7 DMD, Specialist in Orthodontics. Universidad Santo Tomás, School of Dentistry, Bucaramanga, Colombia. E-mail: [giset49@hotmail.com](mailto:giset49@hotmail.com)
  - 8 DMD, Specialist in Orthodontics. Universidad Santo Tomás, School of Dentistry, Bucaramanga, Colombia. E-mail: [erikazambranomartinez@yahoo.com](mailto:erikazambranomartinez@yahoo.com)

SUBMITTED: MAY 6/2014 - ACCEPTED: JULY 19/2016



## INTRODUCCIÓN

La cavidad oral es el medio ideal para estudiar los procesos biológicos que se relacionan con el comportamiento de los metales frente a los dientes. Los metales y los materiales dentales interactúan continuamente con los fluidos que se producen en la boca, y como consecuencia los tejidos blandos se pueden ver afectados por lesiones y la presencia de aproximadamente 30 especies de bacterias.<sup>1</sup> La saliva es una solución hipotónica que contiene en su estructura bioactonato, cloro, potasio, sodio, nitrógeno y proteínas. Asimismo, el pH de la saliva varía desde 4,0 a 7,8, por lo tanto, los dientes funcionan en uno de los ambientes más inhóspitos del cuerpo humano.<sup>2</sup>

Los alambres de níquel-titanio son utilizados para la corrección de alteraciones dentales en etapas de alineación y nivelación. Dado que su contenido de níquel es mayor a 50%, poseen potencial suficiente para la liberación del mismo en el medio bucal, pudiendo ocasionar problemas de biocompatibilidad, como picazón, inflamación y lesiones eritematosas y dolorosas de la mucosa bucal. Si bien no se han podido demostrar casos de toxicidad severa, el níquel promueve una respuesta inflamatoria y alérgica en los tejidos blandos.<sup>2,3</sup>

Entre decenas de aleaciones con memoria de forma, se encuentran las aleaciones de níquel-titanio (Ni-Ti), que son consideradas las mejores debido a su excelente estabilidad mecánica, resistencia a la corrosión, biofuncionalidad y biocompatibilidad. La aplicación exitosa de los arcos de níquel-titanio se debe a su superelasticidad, caracterizada por un esfuerzo constante bajo carga o descarga. Estas aleaciones presentan propiedades mecánicas únicas e ideales para la práctica ortodóncica, ya que poseen un rango idealmente amplio de deformación efectiva correspondiente a la zona de fuerza óptima.<sup>4,5,6</sup>

La corrosión es la degradación de los materiales por ataques electroquímicos; es un comportamiento muy particular cuando la aparatología ortodóncica es colocada en la boca.<sup>1</sup> La corrosión de los materiales dentales siempre estará presente; uno de los requisitos básicos de las aleaciones que se utilizan para la cavidad bucal es

## INTRODUCTION

The oral cavity is the ideal environment to study biological processes related to the behavior of metals towards teeth. Metals and dental materials continuously interact with the fluids produced in the mouth, and as a result soft tissues can be affected by lesions and the presence of about 30 species of bacteria.<sup>1</sup> Saliva is a hypotonic solution containing bio-actonate, chlorine, potassium, sodium, nitrogen, and proteins. Also, the pH of saliva varies from 4.0 to 7.8, and therefore teeth are located in one of the most hostile environments of the human body.<sup>2</sup>

Nickel-titanium wires are used to correct dental alterations during the stages of alignment and leveling. Since their nickel content is greater than 50%, they are highly likely to release nickel in the oral environment, causing biocompatibility problems, such as itching, inflammation, and oral mucosa erythematous lesions which are often painful. While severe toxicity cases have not yet been documented, nickel triggers an inflammatory and allergic response in soft tissues.<sup>2,3</sup>

Among dozens of shape-memory alloys are nickel-titanium alloys (Ni-Ti), considered to be the best due to their excellent mechanical stability, resistance to corrosion, biofunctionality, and biocompatibility. Nickel-titanium archwires have been successful thanks to their superelasticity, characterized by a low constant effort, either loaded or unloaded. These alloys have unique mechanical properties and are ideal for orthodontic treatment, since they have an ideal wide range of effective deformation corresponding to the zone of optimum strength.<sup>4,5,6</sup>

Corrosion is the degradation of materials due to electrochemical attacks; it is a very particular behavior when orthodontic appliances are placed in the mouth.<sup>1</sup> Dental materials will always be corroded; one of the basic requirements for alloys used in the oral cavity is

que no se corroan. Por eso en la actualidad existen innovaciones metalúrgicas que previenen este tipo de comportamiento de los metales. La corrosión puede causar severa y catastrófica desintegración de los metales, y rugosidades de los mismos,<sup>7</sup> anulando las propiedades tan peculiares de estos alambres, como la memoria de forma y la superelasticidad, restringiendo el movimiento dental, y de esta forma exponiendo la salud del paciente debido a la liberación de iones metálicos (Ni).<sup>8,9</sup>

La aplicación de flúor y geles como las pastas dentales puede afectar las estructuras de los metales y aparatos. Los alambres de níquel-titanio sufren varias modificaciones debido a la masticación, y a pesar de tener buena resistencia a la corrosión, estos alambres se pueden romper o simplemente pueden perder sus propiedades de elasticidad; además, están expuestos a tensiones dentro de la cavidad bucal.<sup>10</sup> El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento de corrosión bajo tensión de los alambres níquel-titanio calibre 0,016” sumergidos en saliva artificial con diferentes concentraciones de fluoruros y valores de pH.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestra y diseño experimental

Se emplearon arcos de alambres níquel-titanio redondos de 0,016 pulgadas de diámetro, de marca comercial GAC, divididos en tres grupos de ensayo. Para el primer grupo, se aplicaron cuatro técnicas electroquímicas: potencial de corrosión, resistencia a la polarización lineal, curvas de Tafel y espectroscopía de impedancia electroquímica, aplicando un diseño experimental factorial de 2<sup>4</sup> con seis repeticiones escogidas al azar, para un total de 22 especímenes, en donde las variables a estudiar fueron: concentración de fluoruro, pH, fuerza aplicada y tiempo de inmersión.

Para el segundo grupo se usaron cuatro especímenes en los ensayos de polarización potenciodinámica, y en el tercer grupo se utilizaron cuatro especímenes para los análisis de liberación iónica, ya que estos últimos ensayos son de tipo destructivo (Tabla 1).

corrosion strength. This is why nowadays there are metallurgical innovations that seek to prevent this type of behavior of metals. Corrosion can cause severe and catastrophic disintegration of metals, as well as roughness,<sup>7</sup> cancelling the unique properties of these wires, such as memory shape and superelasticity, limiting dental movement, and thus exposing patient health due to the release of metal ions (Ni).<sup>8,9</sup>

Applying fluoride and gels (like toothpaste) can affect the structures of metals and appliances. Nickel-titanium wires undergo several modifications due to mastication, and despite having good resistance to corrosion, these wires can break or may simply lose their elasticity properties; in addition, they are exposed to tensions within the oral cavity.<sup>10</sup> The objective of this study is to evaluate the behavior of corrosion under tension of 0.016” Ni-Ti wires submerged in artificial saliva with different concentrations of fluorides and pH values.

## MATERIALS AND METHODS

### Sample and experimental design

This study used round nickel-titanium archwires of 0.016 inches in diameter of the GAC, commercial house which were divided into three test groups. The first group was subjected to four electrochemical techniques: corrosion potential, linear polarization resistance, Tafel curves, and electrochemical impedance spectroscopy, applying a 2<sup>4</sup> factorial experimental design with six replicates at random, for a total of 22 samples, where the following variables were studied: concentration of fluoride, pH, applied force, and immersion time.

The second group included four samples subjected to potentiodynamic polarization resistance measurements, and the third group also included four samples subjected to ion release analysis, as these latest tests are of a destructive type (Table 1).

Tabla 1. Grupos de experimentos

| Grupo | [NaF] (%) | pH | Tiempo de inmersión (h) | Numero de especímenes |
|-------|-----------|----|-------------------------|-----------------------|
| GC1   | 0         | 7  | 0                       | 2                     |
| GC2   | 0         | 7  | 5                       | 2                     |
| GI1   | 0         | 4  | 0                       | 2                     |
| GI2   | 0,5       | 4  | 0                       | 2                     |
| GI3   | 0         | 4  | 5                       | 2                     |
| GI4   | 0,5       | 7  | 0                       | 2                     |
| GI5   | 0,5       | 4  | 5                       | 2                     |
| GI6   | 0,5       | 7  | 5                       | 2                     |

Los especímenes se limpiaron con acetona y se lavaron con etanol en un baño ultrasónico por 15 minutos. Las muestras se secaron con aire caliente antes de realizar las pruebas electroquímicas. Las variables de respuesta fueron velocidad de degradación, cantidad de iones liberados y morfología de la superficie de corrosión.

Los arcos fueron insertados en las ranuras de los brackets y adheridos directamente en dos premolares (recolectados de pacientes con previa autorización, tomando en consideración las normas estipuladas en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Protección Social). Los premolares fueron incrustados en un molde de acrílico, en el cual un mismo evaluador aplicó un grado de apiñamiento. Los arcos fueron insertados con dos fuerzas aplicadas de 56 y 224 gramos-fuerza (gf), la cual se midió en el dontrix —instrumento que sirve para medir la fuerza aplicada al alambre de níquel-titanio— (Figura 1).

Table 1. Experimental groups

| Group | [NaF] (%) | pH | Immersion time (h) | Number of samples |
|-------|-----------|----|--------------------|-------------------|
| GC1   | 0         | 7  | 0                  | 2                 |
| GC2   | 0         | 7  | 5                  | 2                 |
| GI1   | 0         | 4  | 0                  | 2                 |
| GI2   | 0.5       | 4  | 0                  | 2                 |
| GI3   | 0         | 4  | 5                  | 2                 |
| GI4   | 0.5       | 7  | 0                  | 2                 |
| GI5   | 0.5       | 4  | 5                  | 2                 |
| GI6   | 0.5       | 7  | 5                  | 2                 |

Samples were cleaned with acetone and rinsed with ethanol in an ultrasonic bath for 15 minutes. They were dried with hot air before performing the electrochemical tests. The response variables were: degradation rate, amount of released ions, and morphology of corrosion surface.

The arches were inserted into the bracket slots and directly attached to two premolars (collected from patients with prior authorization, taking into account the standards set forth in Resolution 8430 of 1993 of the Ministry of Social Protection). The premolars were embedded in an acrylic mold, in which the same evaluator applied a crowding degree. The arches were inserted with two applied forces of 56 and 224 gram-force (gf), which was measured in a Dontrix—an instrument used to measure the force applied to a nickel-titanium wire— (Figure 1).

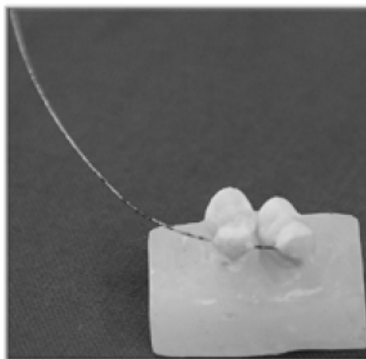


Figura 1. Modelo donde se simuló el apiñamiento

Figure 1. Model where crowding was simulated

## Caracterización y pruebas electroquímicas

La composición de los arcos se evaluó por medio de fluorescencia de rayos X de energía dispersa. Se analizaron tres puntos diferentes del arco y se promediaron para encontrar la composición final. El equipo que se usó fue un espectrómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersa Shimadzu EDX 800 HS, con un detector de estado sólido Si(Li) y una fuente de rayos X de rodio, con un colimador de 3 mm sin filtro. La cuantificación de los elementos se realizó empleando el método de los parámetros fundamentales (FP) mediante el software DXP-700E, Versión 1.00 REL. 014.

Se usó como electrolito saliva artificial Afnor (NaCl 0,7 g/L; KCl 1,2 g/L; NaHCO<sub>3</sub> 1,5 g/L; KSCN 0,33 g/L; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0,26 g/L; urea 1,3 g/L), y su preparación se realizó de acuerdo a la norma ISO 3696 en agua destilada con diferentes concentraciones de fluoruro de sodio. Esto con el fin de obtener medios de saliva artificial con pH de 4, pH de 7, y concentraciones de fluoruro de sodio (NaF) al 0% y 0,5%.

Los alambres de níquel-titanio se evaluaron en una celda con tres electrodos: un electrodo de plata/cloruro de plata como referencia, uno de grafito como contraelectrodo, y el arco de níquel-titanio como electrodo de trabajo. La celda se sumergió en un baño termostataado marca Huber, para simular la temperatura corporal a 37,5° C (Figura 2), y los electrodos de la celda fueron conectados al potencióstato/galvanostato Gamry 600. Se determinó el potencial de corrosión por 300 segundos y se realizaron los ensayos de espectroscopía de impedancia electroquímica, resistencia a la polarización y curvas de Tafel para determinar el comportamiento a la corrosión del material en los medios. Se obtuvieron parámetros de potencial de corrosión y resistencia a la polarización. Se analizaron las muestras por microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (MEB); el análisis químico de los productos encontrados se observó por EDS (espectroscopía de energía dispersa de rayos X) y el electrolito resultante se analizó mediante absorción atómica para cuantificar la cantidad de iones de níquel liberado.

## Characterization and electrochemical testing

The composition of arches was evaluated by means of energy dispersive X-ray fluorescence. Three different points of each arch were analyzed and averaged to find final composition, using a dispersed energy Shimadzu EDX 800 HS X-ray fluorescence spectrometer, with a solid state detector Si(Li) and a source of X-rays of rhodium, with 3 mm collimator and no filter. The quantification of elements was carried out using the method of basic parameters (BP) by means of the DXP-700E software, version 1.00 REL. 014.

Afnor artificial saliva (NaCl 0.7 g/L; KCl 1.2 g/L; NaHCO<sub>3</sub> 1.5 g/L; KSCN 0.33 g/L; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.26 g/L; urea 1.3 g/L) was used as electrolyte, which was prepared following ISO Standard 3696 in distilled water with different sodium fluoride concentrations. This in order to obtain environments of artificial saliva with pH 4, pH 7, and concentrations of sodium fluoride (NaF) of 0% and 0.5%.

Nickel-titanium wires were evaluated in a cell with three electrodes: a silver/silver chloride electrode as reference, a graphite electrode as counter electrode, and a nickel-titanium arch as working electrode. The cell was immersed in a Huber thermally insulated bath to simulate body temperature to 37.5° C (Figure 2), and the cell electrodes were connected to a Gamry 600 potentiostat/galvanostat. Corrosion potential was determined for 300 seconds, conducting the tests of electrochemical impedance spectroscopy, polarization resistance, and Tafel curves to determine the behavior to corrosion of the material in the environment. The parameters of potential of corrosion and resistance to polarization were obtained. Samples were analyzed by means of optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM); the chemical analysis of the products found was conducted by EDS (energy dispersive X-ray spectroscopy) and resulting electrolyte was analyzed by atomic absorption to quantify the amount of released nickel ions.

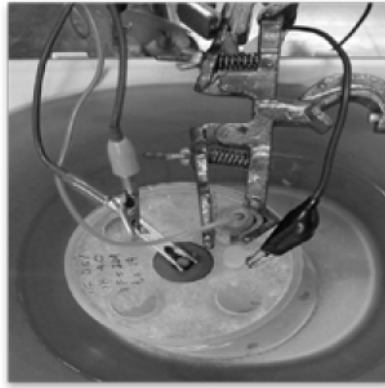


Figura 2. Celda con los tres electrodos

Figure 2. Cell with three electrodes

## RESULTADOS

### Caracterización por fluorescencia de rayos X

La composición de la aleación fue de 57,988% Ni, 42% Ti, y unas trazas de Zr (0,012%), con unas desviaciones estándar de 0,2, 0,2 y 0,001 respectivamente.

### Pruebas electroquímicas

Las pruebas de potencial de corrosión permiten establecer que a menor potencial de corrosión, mayor es la susceptibilidad a la corrosión. En la figura 3 se aprecia que existen valores de potencial menores cuando el electrolito contiene 0,5% de NaF, haciendo la aleación más susceptible al ataque de las sales que componen el electrolito. Potenciales mayores están relacionados con la formación de una capa de óxido sobre la superficie de la aleación que protege la probeta, haciéndola más estable. Esta capa de óxido generalmente contiene dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) y trazas de óxido de níquel ( $\text{NiO}$ ).<sup>7</sup>

## RESULTS

### Characterization by X-ray fluorescence

The composition of the alloy was 57.988% Ni, 42% Ti, and some traces of Zr (0.012%), with a standard deviation of 0.2, 0.2, and 0.001 respectively.

### Electrochemical tests

Corrosion potential tests allow to establish that the lower the corrosion potential the greater the susceptibility to corrosion. Figure 3 shows that potential values are lower when the electrolyte contains 0.5% of NaF, making the alloy more vulnerable to the attack of salts in the electrolyte. Higher potentials are linked to the formation of an oxide layer on the surface of the alloy that protects the test tube, making it more stable. This oxide layer usually contains titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) and traces of nickel oxide ( $\text{NiO}$ ).<sup>7</sup>

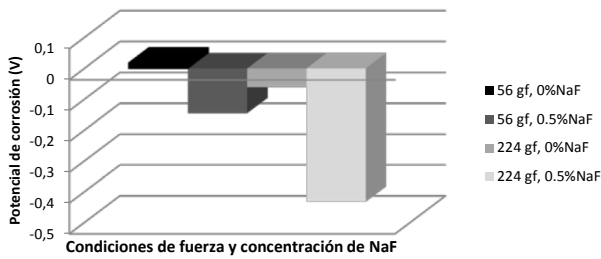


Figura 3. Potencial de corrosión (V) a pH 4 y tiempo de exposición de 5 horas

La medida de impedancia electroquímica permite determinar los procesos que suceden en la interfase metal-óxido-electrolito. El diagrama de Nyquist (Figura 4) muestra un cambio de pendiente, lo que permitió observar dos porciones del diagrama, una como bajas frecuencias y otra como altas frecuencias, lo cual indicó, respectivamente, la transferencia de carga entre la aleación y el electrolito y la formación de un óxido sobre la superficie del material. La transferencia de carga se puede entender en este caso como la pérdida gradual de masa del alambre de nitinol.

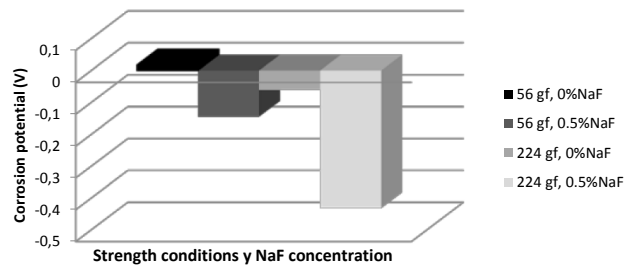


Figure 3. Corrosion potential (V) at pH 4 and exposure time of 5 hours

Measuring electrochemical impedance allows determining the processes happening at the metal-oxide-electrolyte interface. The Nyquist diagram (Figure 4) shows a change in slope, pointing at two parts of the diagram: one as low frequencies and one as high frequencies, respectively indicating the load transfer between alloy and electrolyte, and the formation of an oxide on the material's surface. In this case, load transfer can be understood as the gradual loss of nitinol wire mass.

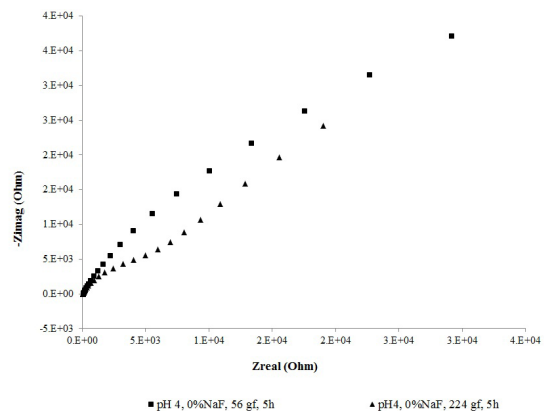
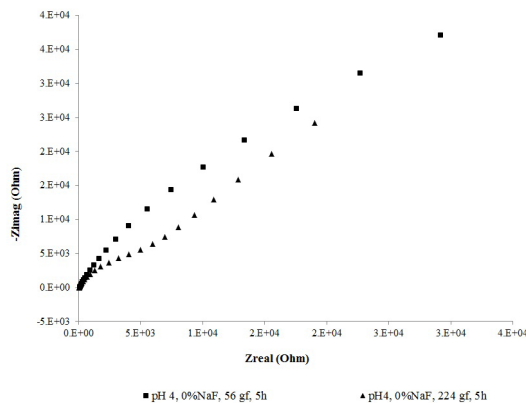


Figura 4. Espectroscopia de impedancia electroquímica, pH 4 y tiempo de inmersión de 5 horas

Figure 4. Electrochemical impedance spectroscopy, pH 4 and immersion time of 5 hours

La técnica de resistencia a la polarización lineal permitió calcular la medida de la velocidad de corrosión directa en tiempo real, por medio de las ecuaciones 1 y 2.<sup>11, 12</sup>

Linear polarization resistance allowed calculating direct corrosion rate in real time by means of equations 1 and 2.<sup>11, 12</sup>

$$CR = K_1 \frac{i_{cor}}{\rho} EW$$

### Ecuación 1

Donde CR está dado en mm/año

$i_{cor}$ : Densidad de corriente a la que ocurre la disolución del material en  $\mu A/cm^2$

$K_1$ :  $3,27 \times 10^{-3}$ , mm.g/ $\mu A.cm.año$

EW: peso equivalente de la aleación níquel-titanio, adimensional.

La densidad de corriente de corrosión puede ser calculada a partir de la resistencia a la polarización ( $R_p$ ) y el coeficiente de Stern-Geary ( $B = 0,02605$ ), como se muestra en la ecuación 2 de Stern-Geary.

$$i_{cor} = 10^6 \frac{B}{R_p}$$

### Ecuación 2

A mayor resistencia a la polarización, menor es la corriente de corrosión, y a su vez menor será la velocidad de corrosión. El valor de la resistencia a la polarización para pH 7, 0,5% NaF y 56 gf al mismo tiempo de inmersión fue mucho menor que el presentado a pH 7, 0,5% NaF y 224 gf, lo que indicó que la cantidad de fluoruro de sodio agregada disminuye sustancialmente el valor de la resistencia a la polarización a una fuerza de 56 gf, haciendo que el alambre se encuentre más susceptible a corroerse en el medio saliva artificial-fluoruro de sodio.

Los datos encontrados sobre velocidad de corrosión muestran valores más altos para los electrolitos que contenían el mayor porcentaje de peso de fluoruro de sodio y menor pH (4), independientemente de la fuerza aplicada, lo que indicó que el medio en donde se encuentra el alambre de nitinol es el que más interviene en su desgaste (Tabla 2).

$$CR = K_1 \frac{i_{cor}}{\rho} EW$$

### Equation 1

Where CR is expressed in month/year

$i_{cor}$ : Current density of material dissolution in  $\mu A/cm^2$

$K_1$ :  $3.27 \times 10^{-3}$ , mm.g/ $\mu A.cm.year$

EW: equivalent weight of the nickel-titanium alloy, dimensionless.

Corrosion current density can be calculated from polarization resistance ( $R_p$ ) and the Stern-Geary coefficient ( $B = 0.02605$ ), as shown in equation 2 by Stern-Geary.

$$i_{cor} = 10^6 \frac{B}{R_p}$$

### Equation 2

The greater the polarization resistance the lower the current of corrosion, and hence the lower the corrosion rate. The value of resistance to polarization for pH 7, 0.5% NaF and 56 gf at the same time of immersion was much lower than the one at pH 7, 0.5% NaF and 224 gf, suggesting that the amount of added sodium fluoride substantially reduces the value of resistance to polarization at a force of 56 gf, making the wire more likely to corrode in the artificial saliva-sodium fluoride environment.

The found corrosion rate data show higher values for electrolytes containing the greatest percentage of sodium fluoride weight and lower pH (4), regardless of the applied force, suggesting that the environment where the nitinol wire is located is the one that most intervenes in its deterioration (Table 2).

Tabla 2. Resistencias a la polarización y velocidades de corrosión

| N.º de ensayo | Concentración de NaF en % de peso | pH       | Fuerza (gf) | Tiempo (horas) | Resistencia a la polarización Rp (Ohm.cm <sup>2</sup> ) | Corriente de corrosión Icor (µA/cm <sup>2</sup> ) | Velocidad de corrosión CR (mm/año) |
|---------------|-----------------------------------|----------|-------------|----------------|---|---|------------------------------------|
| 1             | 0                                 | 4        | 56          | 0              | 125679  | 0,2073  | 0,0030                             |
| 2             | <b>0,5</b>                        | <b>4</b> | 56          | 0              | 534   | 48,8038   | <b>0,7131</b>                      |
| 3             | 0                                 | 7        | 56          | 0              | 495678  | 0,0526  | 0,0008                             |
| 4             | 0,5                               | 7        | 56          | 0              | 131233  | 0,1985  | 0,0029                             |
| 5             | 0                                 | 4        | 224         | 0              | 95135   | 0,2738  | 0,0040                             |
| 6             | <b>0,5</b>                        | <b>4</b> | 224         | 0              | 579   | 45,0194   | <b>0,6578</b>                      |
| 7             | 0                                 | 7        | 224         | 0              | 376890  | 0,0691  | 0,0010                             |
| 8             | 0,5                               | 7        | 224         | 0              | 587111  | 0,0444  | 0,0006                             |
| 9             | 0                                 | 4        | 56          | 5              | 171228  | 0,1521  | 0,0022                             |
| 10            | <b>0,5</b>                        | <b>4</b> | 56          | 5              | 586   | 44,4721   | <b>0,6498</b>                      |
| 11            | 0                                 | 7        | 56          | 5              | 578531  | 0,0450  | 0,0007                             |
| 12            | 0,5                               | 7        | 56          | 5              | 167288  | 0,1557  | 0,0023                             |
| 13            | 0                                 | 4        | 224         | 5              | 131893  | 0,1975  | 0,0029                             |
| 14            | 0,5                               | 4        | 224         | 5              | 5556  | 4,6890  | 0,0685                             |
| 15            | 0                                 | 7        | 224         | 5              | 495613  | 0,0526  | 0,0008                             |
| 16            | 0,5                               | 7        | 224         | 5              | 741295  | 0,0351  | 0,0005                             |

Table 2. Polarization resistance and corrosion rates

| Test # | Concentration of NaF in weight % | pH       | Force (gf) | Time (hours) | Polarization resistance Rp (Ohm.cm <sup>2</sup> ) | Current of corrosion Icor (µA/cm <sup>2</sup> ) | Corrosion Rate CR (mm/year) |
|--------|----------------------------------|----------|------------|--------------|---|---|-----------------------------|
| 1      | 0                                | 4        | 56         | 0            | 125679  | 0.2073  | 0.0030                      |
| 2      | <b>0.5</b>                       | <b>4</b> | 56         | 0            | 534   | 48.8038   | <b>0.7131</b>               |
| 3      | 0                                | 7        | 56         | 0            | 495678  | 0.0526  | 0.0008                      |
| 4      | 0.5                              | 7        | 56         | 0            | 131233  | 0.1985  | 0.0029                      |
| 5      | 0                                | 4        | 224        | 0            | 95135   | 0.2738  | 0.0040                      |
| 6      | <b>0.5</b>                       | <b>4</b> | 224        | 0            | 579   | 45.0194   | <b>0.6578</b>               |
| 7      | 0                                | 7        | 224        | 0            | 376890  | 0.0691  | 0.0010                      |
| 8      | 0.5                              | 7        | 224        | 0            | 587111  | 0.0444  | 0.0006                      |
| 9      | 0                                | 4        | 56         | 5            | 171228  | 0.1521  | 0.0022                      |
| 10     | <b>0.5</b>                       | <b>4</b> | 56         | 5            | 586   | 44.4721   | <b>0.6498</b>               |
| 11     | 0                                | 7        | 56         | 5            | 578531  | 0.0450  | 0.0007                      |
| 12     | 0.5                              | 7        | 56         | 5            | 167288  | 0.1557  | 0.0023                      |
| 13     | 0                                | 4        | 224        | 5            | 131893  | 0.1975  | 0.0029                      |
| 14     | 0.5                              | 4        | 224        | 5            | 5556  | 4.6890  | 0.0685                      |
| 15     | 0                                | 7        | 224        | 5            | 495613  | 0.0526  | 0.0008                      |
| 16     | 0.5                              | 7        | 224        | 5            | 741295  | 0.0351  | 0.0005                      |



El análisis de las curvas de Tafel y polarización potenciodinámica permitió hacer inferencias sobre la estabilidad de posibles óxidos formados en la superficie y la susceptibilidad a la corrosión. Si las curvas se desplazan hacia la derecha, ello indica que la densidad de corriente de corrosión es mayor, y por ende hay mayor velocidad de corrosión. Si las curvas se desplazan hacia abajo, ello indica mayor susceptibilidad a la corrosión. En la figura 5 se observó que a pH 4 y 0,5% NaF, las curvas presentaron corrientes de corrosión mayor (se desplazan hacia la derecha), y, por lo tanto, hay mayor susceptibilidad a la corrosión. Los valores correspondientes a la velocidad de corrosión se presentan en la tabla 2.

Analysis of Tafel curves and potentiodynamic polarization allowed making inferences about the stability of possible oxides formed on the surface and corrosion susceptibility. If curves move to the right, this indicates that corrosion current density is higher, and thus there is greater corrosion rate. If curves move downwards, this suggests increased corrosion susceptibility. Figure 5 shows that at pH 4 and 0.5% NaF, the curves showed greater corrosion currents (moving clockwise), and, therefore, there is increased corrosion susceptibility. Corrosion rate values are shown in table 2.

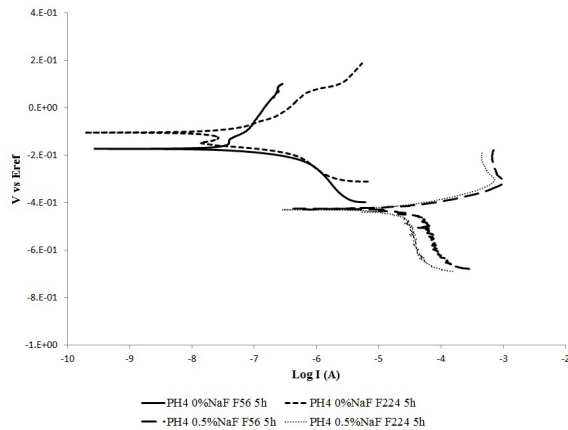


Figura 5. Curva tafel para pH 4 y 5 horas de inmersión

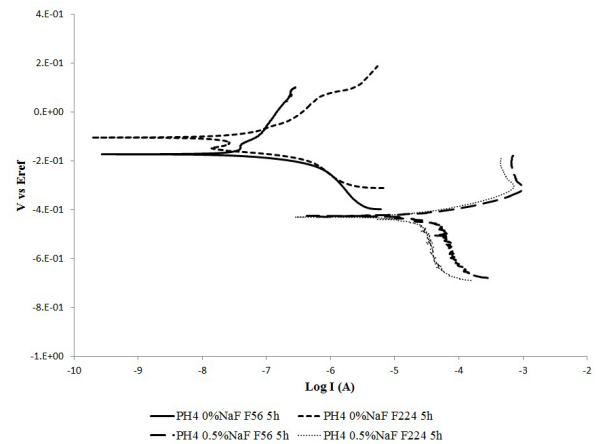


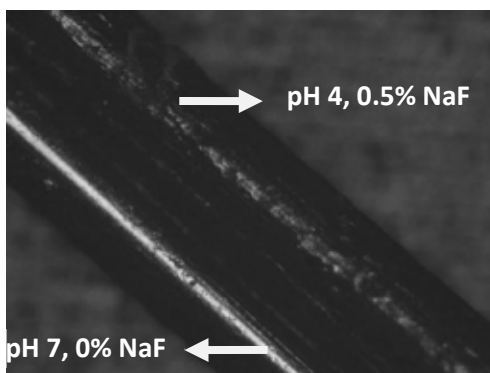
Figure 5. Tafel curve for pH 4 and 5 hours of immersion

### Microscopía óptica y absorción atómica

Los análisis de microscopía óptica mostraron que los alambres expuestos a la solución con pH 4 y 0,5% NaF fueron frágiles al contacto y se fracturaron en el punto de tensión, mientras que los alambres expuestos a pH 7 y 0% NaF no evidenciaron punto de fractura y mantuvieron brillo y elasticidad (Figuras 6 y 7). Sin embargo, se presentó el fenómeno de corrosión y desgaste en ambas muestras. Es claro que el factor tensión influyó de alguna manera en las propiedades mecánicas del material en estudio.

### Optical microscopy and atomic absorption

Optical microscopy analysis showed that the wires exposed to the solution with pH 4 and 0.5% NaF were fragile to contact and fractured at the point of tension, while the wires exposed to pH 7 and 0% NaF showed no fracture point and kept brightness and elasticity (Figures 6 and 7). However, both samples showed the phenomenon of corrosion and wear. It is clear that the factor tension somehow influenced the mechanical properties of the material under study.



6. Micrografía de los alambres expuestos a solución con pH 4, 0,5% NaF y pH 7, 0% NaF a un tiempo de exposición de 14 días. 4X

**Figure 6.** Micrograph of wires exposed to solution with pH 4, 0.5% NaF and pH 7, 0% NaF at an exposure time of 14 days. 4 X

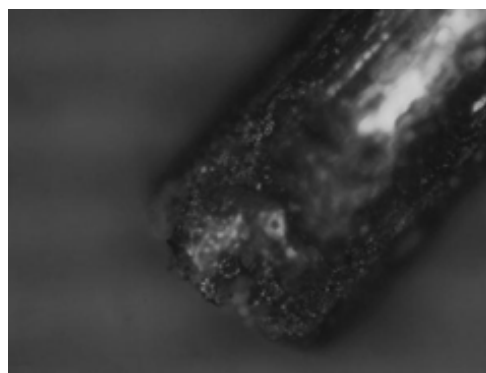


Figura 7. Micrografía del alambre expuesto a solución con pH 4, 0,5% NaF a un tiempo de exposición de 14 días. 10X

**Figure 7.** Micrograph of the wire exposed to solution with pH 4, 0.5% NaF at an exposure time of 14 days. 10 X

Por medio de absorción atómica se encontró que existe una diferencia significativa en cuanto a la liberación de iones níquel en un tiempo de 14 días. Para un pH 4, una fuerza aplicada de 224 gf y 0,5% NaF, la cantidad de níquel liberado fue de 38,76 mg Ni/L, mientras que para un pH 7, fuerza aplicada de 56 gf y 0% NaF, la cantidad de níquel liberado fue de 0,23 mg Ni/L. Lo anterior permitió inferir que las variables pH y concentración de fluoruro de sodio, correspondientes a variables que afectan el electrolito, influyen en la cantidad de iones níquel liberados al medio.

### Análisis morfológico por SEM

El análisis morfológico se hizo sobre los arcos expuestos a 14 días de inmersión a 37,5° C (pruebas de liberación iónica). En las micrografías se pudo observar que hubo corrosión localizada por picado con diferentes capas de profundidad en toda el área del material, por lo que hay pérdida del mismo. Esta forma de corrosión puede producir fallas estructurales, llegando al debilitamiento parcial o total del material (Figuras 8 y 9).

The atomic absorption test showed that there is a significant difference in terms of nickel ion release in a period of 14 days. For a pH 4, an applied force of 224 gf and 0.5% NaF, the amount of released nickel was 38.76 mg Ni/L, while for a pH 7, an applied force of 56 gf and 0% NaF, the amount of released nickel was 0.23 mg Ni/L. This allowed to infer that the variables pH and sodium fluoride concentration, corresponding to variables affecting the electrolyte, influence the amount of nickel ions released into the environment.

### Morphology analysis by SEM

The morphological analysis was made on the arches exposed to 14 days of immersion at 37.5 ° C (ionic release tests). The micrographs showed that there was localized corrosion by grinding with different layers of depth throughout the material's area, indicating loss of it. This form of corrosion can cause structural failures, causing the total or partial weakening of the material (Figures 8 and 9).

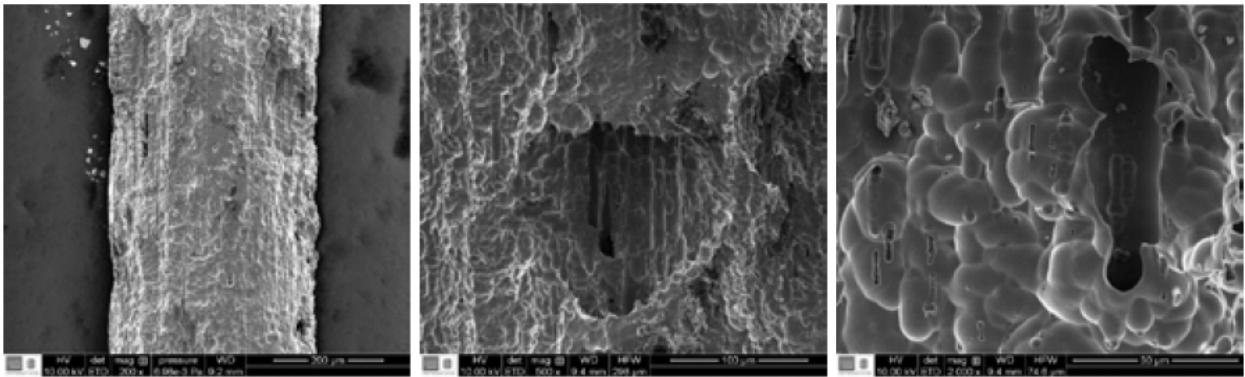


Figura 8. Arco de nitinol expuesto a pH 4 y 0,5% NaF a diferentes aumentos en un punto sin tensión, 200X, 500X y 2000X respectivamente

**Figure 8. Nitinol arch subjected to pH 4 and 0.5% NaF in different magnifications at a point with no tension, 200 X, 500 X and 2000 X respectively**

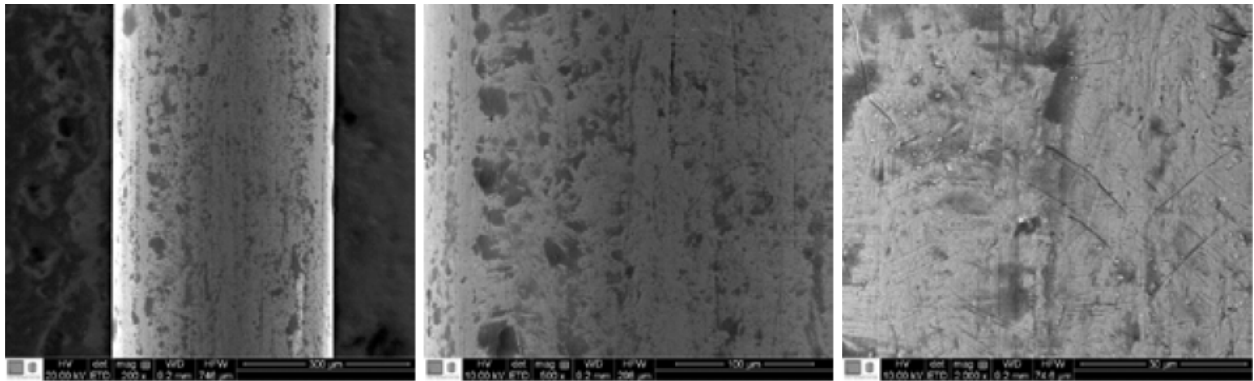


Figura 9. Arco de nitinol expuesto a pH 7 y 0% NaF a diferentes aumentos en un punto sin tensión, 200X, 500X y 2000X respectivamente

**Figure 9. Nitinol arch subjected to pH 7 and 0% NaF in different magnifications at a point with no tension, 200 X, 500 X and 2000 X respectively**

Los análisis EDS realizados al níquel (Ni)-titanio (Ti) mostraron, en general, tres subcapas de color gris oscuro, medio y claro. En las partes de color oscuro hubo principalmente Ti, Ni y O. Ti y Ni con 36 y 48 % de peso respectivamente, y oxígeno con 3% de peso. La capa de color gris oscuro es una subcapa en donde el elemento principal es Ti y NiO formada como producto de corrosión, y que se encuentra sobre una capa de Ni y Ti, fase rica en Ni —capa de color más claro— (Figuras 9 y 10).

The EDS analysis on nickel (Ni)-titanium (Ti) showed, in general, three sublayers of dark grey, mid grey and light grey shades. The areas with dark shades had mainly Ti, Ni, and O. Ti and Ni with 36 and 48% weight respectively, and oxygen with 3% of weight. The dark grey coat is a sublayer where the main element is Ti and NiO formed as a result of corrosion, located on a layer of Ni and Ti, a phase rich in Ni—layer of lighter shade— (Figures 9 and 10).

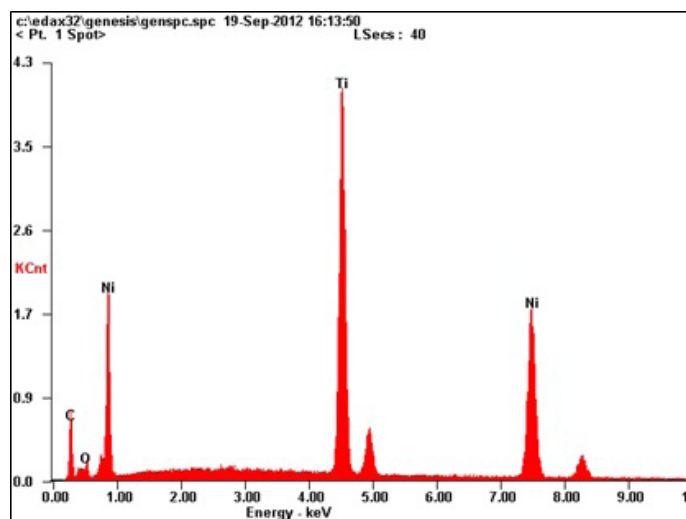


Figura 10. Espectro EDS del alambre de nitinol

Figure 10. EDS spectrum of nitinol wire

## Análisis estadístico

Se observan los factores que son estadísticamente significativos para la variable de respuesta velocidad de corrosión. Se observa que existe un efecto significativo de las variables pH, concentración de fluoruro de sodio y la interacción doble [NaF] y pH. El efecto del pH es negativo, lo cual indica que, a mayor valor de pH, menor es la velocidad de corrosión. La concentración de fluoruro de sodio es igualmente significativa para la variable de respuesta velocidad de corrosión, y tiene un efecto positivo sobre la variable de respuesta; a medida que aumenta la concentración de NaF, aumenta la velocidad de corrosión. También se observa que la interacción doble [NaF] y pH tiene efecto negativo sobre la velocidad de corrosión, en donde a pH 4, la velocidad de corrosión aumenta a medida que se llega a 0,5% de NaF. La variable tiempo se tomó en cuenta solamente para las pruebas electroquímicas, en donde el máximo de tiempo fue de 5 horas. El tiempo no fue un factor influyente en la variable de respuesta (Figura 11).

## Statistical analysis

This section includes the statistically significant factors for the variable of response to corrosion rate. There is a significant effect of variable pH, concentration of sodium fluoride, and double interaction [NaF] and pH. The effect of pH is negative, suggesting that the higher the pH value, the lower the corrosion rate. The concentration of sodium fluoride is also significant for the variable response to corrosion rate, and it has a positive effect on the variable of response; as the concentration of NaF increases, corrosion rate also increases. Also, the double interaction [NaF] and pH has a negative effect on corrosion rate, so at pH 4, corrosion rate increases as it gets to 0.5% of NaF. The time variable was taken into account only for the electrochemical tests, where the maximum period of time was 5 hours. Time was not an influential factor in the variable of response (Figure 11).

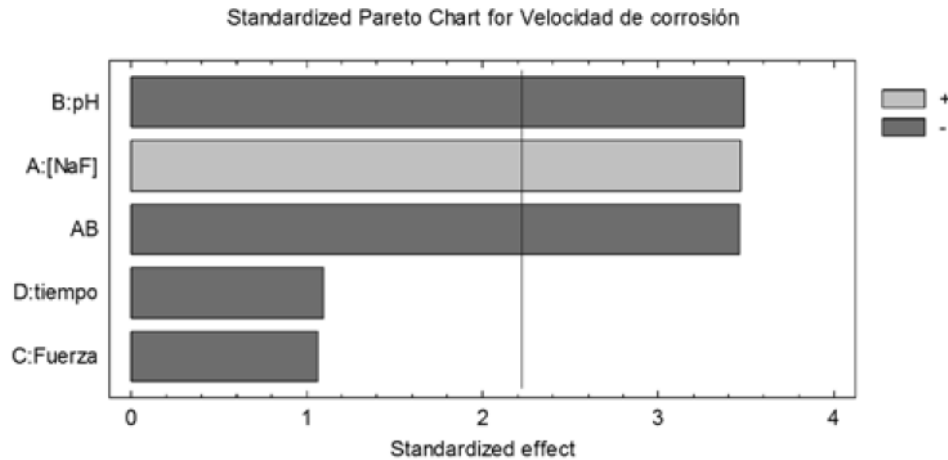


Figura 11. Diagrama de Pareto

Figure 11. Pareto chart

## DISCUSIÓN

Como prevención de la aparición de caries, en odontología generalmente se aplica flúor —elemento con propiedad antibacterial que permite dar resistencia y mineralizar la capa del esmalte dental—. Si bien el flúor ejerce una acción protectora del diente durante toda la vida, en interacción con algunos materiales de uso en la ortodoncia no proporciona el mismo beneficio.<sup>13, 14</sup> En este estudio se observaron diferencias en la corrosión de arcos de níquel-titanio de 0,016 pulgadas cuando son expuestos a diferentes fuerzas en saliva artificial con diversas concentraciones de fluoruros y valores de pH. De esta forma, se encontró que cuando se introduce cierta cantidad de NaF, el potencial de corrosión cambia, lo que indica que los arcos expuestos a 0,5% de fluoruro de sodio están sometidos a cambios superficiales diferentes a los que están expuestos a la saliva artificial pura.

Haciendo una comparación entre los valores de pH, a un pH 7 se tienen potenciales más altos que a un pH 4, lo que sugiere que los valores de pH, y por ende los valores de concentración de fluoruro, determinan los parámetros de corrosión de la muestra. Independientemente de la fuerza aplicada, se evidencia un mismo comportamiento para 0% de concentración de NaF y para 0,5% de con-

## DISCUSSION

In order to prevent dental caries, dental professionals generally apply fluoride—an element with antibacterial properties that provide strength and mineralize the dentin layer—. Even though fluoride has a protective action on teeth during the entire life of patients, in interaction with some dental materials it fails to provide the same benefits.<sup>13, 14</sup> This study analyzed differences in corrosion of 0.016” nickel-titanium arches exposed to various forces in artificial saliva with different concentrations of fluorides and pH values. Thus it showed that introducing a certain amount of NaF modifies the potential of corrosion, suggesting that arches exposed to 0.5% sodium fluoride are subjected to different surface changes in comparison to the ones exposed to pure artificial saliva.

In terms of comparison of pH values, pH 7 has a higher corrosion potential than pH 4, suggesting that pH values—and therefore the values of fluoride concentration—determine the sample’s corrosion parameters. Regardless of the applied force, there is evidence of the same behavior for 0% and 0.5%

centración de NaF, de modo que el módulo de la impedancia es menor para los arcos expuestos a saliva artificial con 0,5% de NaF, lo cual indica una susceptibilidad mayor a la corrosión en los arcos expuestos a pH 4 con 0,5% de NaF. Lo anterior concuerda con los hallazgos de Walker, White y Kula<sup>15</sup> sobre los efectos del flúor en gel en las propiedades mecánicas de los arcos de ortodoncia de níquel-titanio (Ni-Ti) y de cobre-níquel-titanio (Cu-Ni-Ti); estos autores encontraron que las propiedades mecánicas de descarga de los alambres se redujeron significativamente después de la exposición a los dos agentes de fluoruro estudiados. Estos resultados sugieren que el uso tópico de agentes fluorados con alambres de níquel-titanio podría disminuir las funciones de descarga en las propiedades mecánicas del alambre y contribuir a un tratamiento de ortodoncia prolongado.

El comportamiento del potencial de corrosión cambia cuando se introduce cierta cantidad de fluoruro de sodio, debido a la formación de una capa protectora de óxido sobre la superficie de aleación, que la hace más estable ante el ataque de las sales que afectan la morfología del alambre.<sup>16, 17</sup> La diferencia en la velocidad de corrosión entre las dos fuerzas, 56 gf y 224 gf, se halla cuando el arco de níquel-titanio se encuentra a un tiempo de inmersión de 5 horas; el valor de resistencia a la corrosión para una muestra sumergida a pH4, 0%NaF y a 5 horas de inmersión es menor para la fuerza de 224 gf que para la de 56 gf, lo que indica que la influencia en la velocidad de corrosión la da el porcentaje de fluoruro de sodio. La película pasiva que se forma en la superficie de la aleación no es estable en las condiciones de carga, sino que se da paso al agrietamiento de esa película pasiva, haciendo que el material se corroa.<sup>18</sup>

El estudio de la liberación de iones de níquel permitió concluir que el valor liberado de iones en el medio es mayor cuando el pH es menor. Estos valores encontrados por absorción atómica indican que en los puntos en los que hay disminución de pH por alguna patología dental o por mala higiene, además del uso de productos comerciales que contienen fluoruros,<sup>19</sup> la corrosión puntual del material se da a una velocidad considerable y ocurre una abundante liberación de iones de níquel al medio.

concentration of NaF, and thus impedance module is lower for the arches exposed to artificial saliva with 0.5% NaF, suggesting greater susceptibility for corrosion in the arches exposed to pH 4 with 0.5% NaF. This agrees with the findings by Walker, White, and Kula<sup>15</sup> on the effects of fluoride gel on the mechanical properties of nickel-titanium (Ni-Ti) and copper-nickel-titanium (Cu-Ni-Ti) orthodontic arches. These authors found out that the unloading mechanical properties of these archwires are significantly reduced after exposing them to the two fluoride agents under study. These results suggest that the topical use of fluoridated agents with nickel-titanium wires could reduce their unloading functions in the wire's mechanical properties and contribute to a long-lasting orthodontic treatment.

The behavior of corrosion potential changes when a certain amount of sodium fluoride is applied, due to the formation of a protective layer of oxide on the alloy surface, which makes it more stable to the attack of salts that affect the wire's morphology.<sup>16, 17</sup> The difference in corrosion rate between the two forces (56 gf and 224 gf) occurs when the nickel-titanium arch is immersed for a period of 5 hours; the value of corrosion resistance for a sample submerged in pH 4, 0% NaF and during 5 hours of immersion is lower for the force of 224 gf than for 56 gf, indicating that the influence on corrosion rate is provided by the percentage of sodium fluoride. The passive layer appearing on the alloy surface is not stable in loading conditions, but rather that passive layer presents cracking, which leads to material corrosion.<sup>18</sup>

The analysis of nickel ion release allowed concluding that the value of ions released into the environment is higher in the presence of a lower pH. These values, found by atomic absorption, indicate that at points where pH is decreased due to dental pathology or poor hygiene, in addition to the use of commercial products containing fluoride,<sup>19</sup> the material's corrosion occurs at a considerable rate and there is abundant release of nickel ions into the environment.

## CONCLUSIONES

- Las técnicas electroquímicas aplicadas permitieron determinar que los arcos de aleación níquel-titanio en saliva artificial en las diferentes condiciones de ensayo tienen menor susceptibilidad a la corrosión cuando no contienen concentraciones de NaF y cuando hay mayor valor de pH, lo que se encuentra relacionado con la formación de una capa de óxido en la superficie de la aleación, cuya estabilidad depende del ataque de los iones del medio en la superficie de la aleación.
- Se evidencia un desgaste de la superficie de la aleación níquel-titanio, asociado a la corrosión por picado, que se presenta mayormente en el arco que estuvo expuesto durante 14 días a pH 4 y 0,5% en peso de NaF, en donde el material libera iones de níquel con concentraciones de 38,76 mg Ni/L. En los puntos de contacto en donde el pH disminuye por razones de uso de productos fluorados e higiene, dicha liberación es considerable.
- El análisis estadístico permitió concluir que se encuentran mayores valores de velocidad de corrosión cuando el electrolito contiene mayor porcentaje de fluoruros, mientras que a menor pH, el arco de nitinol es más susceptible a corroerse. La variable fuerza estudiada no resultó significativa para la variable de respuesta a la velocidad de corrosión.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Nerly Deyanira Montañez Supelano  
 Universidad Santo Tomás. Grupo de Investigación en Corrosión (Universidad Industrial de Santander)  
 (+57) 311 221 12 08  
 ing.nerly.montanez@hotmail.com  
 Calle 9 carrera 27, Ciudad Universitaria  
 Bucaramanga, Colombia

## CONCLUSIONS

- The used electrochemical techniques allowed determining that nickel-titanium alloy arches in artificial saliva under different testing conditions are less vulnerable to corrosion when there is no concentration of NaF and in the presence of greater pH values, which is related to the formation of an oxide layer on the alloy surface, whose stability depends on the attack of ions in its environment.
- There was attrition of the nickel-titanium alloy surface, associated to corrosion by gridding, mostly occurring on the arch that was exposed for 14 days at pH 4 and 0.5% of NaF weight, with the material releasing nickel ions at concentrations of 38.76 mg Ni/L. At the contact points where pH decreases due to use of fluorinated products and hygiene, this release is significant.
- The statistical analysis allowed concluding that higher corrosion rate values occur when the electrolyte contains greater percentage of fluorides, while with lower pH values the nitinol arch is more vulnerable to corrosion. The studied variable of force did not prove to be significant for the variable of response to corrosion rate.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Nerly Deyanira Montañez Supelano  
 Universidad Santo Tomás. Grupo de Investigación en Corrosión (Universidad Industrial de Santander)  
 (+57) 311 221 12 08  
 E-mail: ing.nerly.montanez@hotmail.com  
 Calle 9 carrera 27, Ciudad Universitaria  
 Bucaramanga, Colombia

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KW. Biomateriales en ortodoncia. En: Ortodoncia: Principios generales y técnicas. 4 ed., Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2003. p. 345-390.
2. Chaturvedi TP. Una revisión sobre la corrosión de los metales en ortodoncia [Corrosion behavior of orthodontic alloys]. The Orthodontic Cyber Journal [Internet] 2008; enero [consultado el 21 de noviembre de 2012]. Disponible en: [https://web.archive.org/web/20101128180222/http://orthocj.com/journal/uploads/2008/01/0054\\_es.pdf](https://web.archive.org/web/20101128180222/http://orthocj.com/journal/uploads/2008/01/0054_es.pdf)
3. Shabalovskaya S, Anderegg J, Van Humbeeck J. Critical overview of nitinol surfaces and their modifications for medical applications. Acta Biomater 2008; 4(3): 447-467. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.actbio.2008.01.013>
4. Kusy RP. A review of contemporary archwires: their properties and characteristics. Angle Orthod 1997; 67(3): 192-207.
5. Walker, MP, Ries D, Kula K, Ellis M, Fricke B. Mechanical properties and surface characterization of beta titanium and stainless steel orthodontic wire following topical fluoride treatment. Angle Orthod 2007; 77(2): 342-348.
6. Venugopalan R, Trépanier C. Assessing the corrosion behaviour of Nitinol for minimally-invasive device design. Min Invas Ther & Allied Technol 2000; 9(2): 67-74.
7. Montañez N, Peña DY, Estupiñán H. Corrosión de alambres de nitinol en saliva artificial por técnicas electroquímicas. Rev ION, 2008; 21(1): 87-96.
8. Lee T, Wang C, Huang T, Chen L, Chou M, Huang H. Corrosion resistance of titanium-containing dental orthodontic wires in fluoride-containing artificial saliva. J Alloy Comp 2009; 448(1): 482-489.
9. Uribe GA, Aristizábal JF. Metales y alambres en ortodoncia. En: Fundamentos de odontología: Ortodoncia, teoría y clínica. 2 ed., Medellín: Corporación para investigaciones biológicas; 2010. p. 226-245.
10. Nanda R. Biomecánica en Ortodoncia Clínica. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1997.
11. ASTM International. Standard practice for calculation of corrosion rates and related information from electrochemical measurements. Designation: G102-89 (reapproved 2004). Conshohocken, Pensilvania: ASTM; 2004.
12. ASTM International. Standard test method for conducting potentiodynamic polarization resistance measurements. Designation: G59-97 (reapproved 2003). Conshohocken, Pensilvania: ASTM; 2003.
13. Schiff N, Grosogeat B, Lissac M, Dalard F. Influence of fluoridated mouthwashes on corrosion resistance of orthodontics wires. Biomaterials 2004; 25(19): 4535-4542.
14. Li X, Wang J, Han EH, Ke W. Influence of fluoride and chloride on corrosion behavior of NiTi orthodontic wires. Acta Biomater 2007; 3(5): 807-815.
15. Walker MP, White RJ, Kula KS. Effect of fluoride prophylactic agents on the mechanical properties of nickel-titanium-based orthodontic wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005; 127(6): 662-669.
16. Zhu L, Trépanier C, Fino J, Pelton AR. Oxidation of nitinol and its effect on corrosion resistance. En: ASM Materials & Processes for Medical Device Conference; Sanjay Shrivastava 2003. California: ASM International; 2003. p. 156-161.
17. Weinhold E, Velazco G. Corrosión de brackets ortodónticos y su implicación en los procesos alérgicos bucales. Denum 2005; 5(3): 84-90.
18. Liu JK, Lee TM, Liu IH. Effect of loading force on the dissolution behavior and surface properties of nickel-titanium orthodontic archwires in artificial saliva. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 140(2): 166-176.
19. Kumar S, Narayanan S, Kumar SS. Influence of fluoride ion on the electrochemical behaviour of  $\beta$ -Ti alloy for dental implant application. Corros Sci 2010; 52(5): 1721-1727.



# TÉCNICA DE REACCIÓN DE POLIMERASA EN CADENA (QPCR) EN TIEMPO REAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *STREPTOCOCCUS MUTANS* EN SALIVA Y BIOPELÍCULA DENTARIA DE NIÑOS<sup>1</sup>

## REAL-TIME QUANTITATIVE POLYMERASE CHAIN REACTION (QPCR) FOR THE IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF *STREPTOCOCCUS MUTANS* IN SALIVA AND DENTAL BIOFILM IN CHILDREN<sup>1</sup>

GUSTAVO MONCADA<sup>2</sup>, LORENA DEL CARMEN DUPERAT<sup>3</sup>, PATRICIA PALMA<sup>4</sup>, GINO CORSINI<sup>5</sup>, MIGUEL NEIRA<sup>6</sup>,  
EVELYN REYES<sup>7</sup>, OSMIR BATISTA OLIVEIRA JUNIOR<sup>8</sup>, SIMONE FALEIROS<sup>9</sup>, VALERIA GORDAN<sup>10</sup>, ISMAEL YÉVENES<sup>11</sup>

**RESUMEN. Introducción:** el objetivo del presente estudio consistió en implementar la técnica de qPCR en tiempo real para identificar y cuantificar la especie *Streptococcus mutans* en muestras de saliva y biopelícula dentaria. **Métodos:** se seleccionaron al azar 27 niños de 8 años de edad, de nivel socio-económico bajo del área norte de la región metropolitana de Santiago de Chile, que se citaron en ayunas y sin cepillado durante al menos 12 horas, para coleccionar saliva no estimulada y un pool de biopelícula dentaria supragingival de todas las caras mesio-vestibulares de dientes anteriores y posteriores. Se cuantificó la cantidad de *S. mutans* en las muestras mediante qPCR empleando partidores que amplifican un fragmento del gen *gtfB* de *S. mutans*. **Resultados:** la amplificación presentó 98% de eficiencia con delta de fluorescencia de 3,36 ciclos. La curva de fusión (melting) presentó un solo máximo a una misma temperatura para todas las muestras. **Conclusión:** la metodología permite la identificación y cuantificación específica del gen *gtfB* de *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dentaria, de forma rápida y exacta, aportando a la determinación del riesgo cariogénico individual.

**Palabras clave:** *S. mutans*, qPCR, gen *gtfB*, biopelícula dentaria, saliva.

Moncada G, Duperat L, Palma P, Corsini G, Neira M, Oliveira Junior O et al. Técnica de reacción de polimerasa en cadena (qPCR) en tiempo real para la identificación y cuantificación de *Streptococcus Mutans* en saliva y biopelícula dentaria de niños. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 71-94. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a4>

**ABSTRACT. Introduction:** the objective of this study was to use real-time qPCR to identify and quantify the *Streptococcus mutans* species in samples of saliva and dental biofilm. **Methods:** 27 children were randomly chosen with the following criteria: 8 years of age, low socio-economic levels, residing in the northern metropolitan area of Santiago de Chile; they were asked to attend an appointment while fasting with no teeth brushing for at least 12 hours, in order to collect non-stimulated saliva and a pool of supragingival dental biofilm of all the mesio-vestibular sides of anterior and posterior teeth. The amount of *S. mutans* in the samples was quantified by qPCR using primers that amplify a fragment of the *gtfB* gene of *S. mutans*. **Results:** the amplification showed 98% efficiency with a fluorescence of 3.36 cycles. The melting curve presented a single maximum at the same temperature for all samples. **Conclusion:** the methodology allows the specific identification and quantification of gene *gtfB* of *S. mutans* in saliva and dental biofilm in a quick and reliable manner, contributing to the identification of individual cariogenic risk.

**Key words:** *S. mutans*, qPCR, *gtfB* gen, dental biofilm, saliva.

Moncada G, Duperat L, Palma P, Corsini G, Neira M, Oliveira Junior O et al. Real-time quantitative polymerase chain reaction (qPCR) for the identification and quantification of *Streptococcus mutans* in saliva and dental biofilm in children. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 71-94. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a4>

- 1 Adscrito al Proyecto Fonis SAE 13i20205
- 2 DDS, PhD, Escuela Dental, Universidad Mayor de Santiago, Chile
- 3 DDS, Química, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Dental, Universidad de Chile
- 4 DDS, Microbiología, Departamento de Patología Oral, Escuela Dental, Universidad de Chile
- 5 BQ Centro de Investigación Biomédica, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile
- 6 BQ, Química, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Dental, Universidad de Chile
- 7 DDS, Química, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Dental, Universidad de Chile
- 8 DDS PhD, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Escuela Dental, Departamento de Odontología Restauradora, Araraquara, Brasil
- 9 DDS PhD Cariología, Escuela Dental, Universidad de Chile
- 10 DDS MS Departamento de Odontología Restauradora, Ciencias Odontológicas, División de Operatoria Dental, College of Dentistry, University of Florida
- 11 BQ Química, Departamento de Ciencias Básicas, Escuela Dental, Universidad de Chile

- 1 Appointed to Fonis Project SAE 13i20205
- 2 DDS, PhD, Dental School, Universidad Mayor, Santiago, Chile
- 3 DDS, Chemistry, Basic Science Department, Dental School, Universidad de Chile
- 4 DDS, Microbiology, Department of Oral Pathology, Dental School, Universidad de Chile
- 5 BQ Centro de Investigación Biomédica, School of Health Sciences, Universidad Autónoma de Chile
- 6 BQ, Chemistry, Basic Science Department, Dental School, Universidad de Chile
- 7 DDS, Chemistry, Basic Science Department, Dental School, Universidad de Chile
- 8 DDS PhD, Universidade Estadual Paulista, UNESP, School of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Araraquara, Brazil
- 9 DDS PhD Cariology, Dental School, Universidad de Chile
- 10 DDS MS Department of Restorative Dentistry, Division of Operative Dentistry Department, College of Dentistry, University of Florida
- 11 BQ Chemistry, Basic Science, Dental School, Universidad de Chile

RECIBIDO: AGOSTO 19/2014 - ACEPTADO: JULIO 19/2016

SUBMITTED: AUGUST 19/2014 - ACCEPTED: JULY 19/2016

## INTRODUCCIÓN

La caries dental es aún la enfermedad crónica más prevalente en los seres humanos.<sup>1</sup> Su frecuencia se incrementa constantemente con la edad hasta alcanzar a casi el 100% de la población entre 65 y 70 años de edad en Chile; en los niños en edad escolar afecta al 85% en Chile.<sup>2-4</sup>

Es una enfermedad de etiología multifactorial, microbiológicamente inducida, asociada a la fermentación de hidratos de carbono. Es definida como el desbalance mineral y proteico de los dientes, con pérdida neta de minerales en forma irreversible cuando las lesiones se encuentran en estado cavitado. Factores como ocasión, frecuencia y tipo de ingesta de alimentos, deficiencias en las técnicas de control de la biopelícula dentaria, bajos niveles de fluoruros en el ambiente oral y baja tasa de secreción salival constituyen algunos de los determinantes ecológicos que modulan las variaciones de la biopelícula.<sup>5</sup>

La biopelícula oral de pacientes libres de lesiones de caries está constituida por más de mil especies diferentes; sin embargo, los pacientes con enfermedad activa de caries presentan reducción de más del 70% de las especies, mostrando predominio de la microbiota acidogénica asociada con el inicio y progresión de la enfermedad.<sup>5</sup> La bacteria *Streptococcus mutans* es una de las especies tradicionalmente responsables del inicio de las lesiones, junto a otras especies productoras de ácidos, como *Streptococcus sobrinus*, *Veillonella* y *Lactobacillus spp.*<sup>6-8</sup> También se reconoce la microbiota productora de álcalis que conduce al balance del pH y del microbioma oral, como son *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus gordonii*, *Streptococcus salivarius* y *A naeslundii*, entre otros.<sup>9-11</sup>

La actividad deletérea de la especie *S. mutans* se asocia con su capacidad para producir ácido láctico a partir de la sacarosa, llegando a niveles capaces de provocar la pérdida neta de minerales de los dientes.<sup>7, 12-14</sup>

## INTRODUCTION

Tooth decay is still the most prevalent chronic disease in humans.<sup>1</sup> Its frequency steadily increases with age, affecting almost 100% of the Chilean population aged 65 to 70 years; it affects 85% school-age children in Chile.<sup>2-4</sup>

This disease has a multifactorial etiology, which is microbiologically induced and associated to the fermentation of carbon hydrates. It is defined as an imbalance of proteins and minerals in teeth, with irreversible loss of minerals when lesions are in their cavitated state. Factors such as time, frequency, and type of food intake, deficiencies in techniques of dental biofilm control, low levels of fluoride in the oral environment, and low rate of salivary secretion are some of the ecological determinants influencing variations in biofilm.<sup>5</sup>

The oral biofilm in caries-free patients contains more than one thousand different species; however, patients with active caries have a reduction of more than 70% of species, with dominance of the acidogenic microbiota associated with the onset and progression of the disease.<sup>5</sup> The bacterium *Streptococcus mutans* is one of the species traditionally responsible for the onset of lesions, along with other acid-producing species, such as *Streptococcus sobrinus*, *Veillonella* and *Lactobacillus spp.*<sup>6-8</sup> Other alkalis-producing microbiota has been identified as it influences pH balance and the oral microbiome, such as *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus gordonii*, *Streptococcus salivarius* and *A naeslundii*, to name just a few.<sup>9-11</sup>

The deleterious activity of *S. mutans* spp. is associated with its ability to produce lactic acid from sucrose, reaching levels capable of causing the loss of minerals in teeth.<sup>7, 12-14</sup>

El *Streptococcus* es el género bacteriano más numeroso en la cavidad oral. Según su filogenia, se clasifica en tres grupos (bovis, pneumonia y viridans),<sup>15</sup> y a su vez el grupo viridans se divide en otros cinco grupos: mitis, mutans, salivarius, anginosus y sanguinis.<sup>15</sup> El grupo Mutans Streptococci (MS) es clasificado, según la secuencia nucleotídica de su RNA ribosomal 16S, en ocho especies (*mutans*, *sobrinus*, *cricketus*, *dawnei*, *ferus*, *macacae*, *ratti* y *hyovaginalis*); de estos, *S. mutans* es considerada la especie más dominante en la cavidad oral.<sup>16</sup>

*S. mutans* es una especie cocácea, Gram positiva, que se agrupa en cadenas; es inmóvil, catalasa negativo, rápido productor de ácido láctico, y su hábitat usual es la superficie dentaria, aunque también ha sido detectado en válvulas cardíacas y placas de ateroma en los grandes vasos.<sup>17</sup>

La virulencia de *S. mutans* se caracteriza por su acidogénesis, aciduria, acidofilia, síntesis de polisacáridos extracelulares (PEC), síntesis de polisacáridos intracelulares, síntesis de proteínas lectinas que ligan al glucano (Gpbs), adhesinas, proteínas asociadas a la pared celular (WapA) y bacteriocinas. La síntesis de polisacáridos extracelulares es un factor destacado de su virulencia, dado que antes de que la sacarosa ingrese a la célula, un porcentaje es transformado por las exoenzimas, glucosiltransferasas (Gtfs) y fructosiltransferasas (Ftf), que metabolizan la molécula de sacarosa en monosacáridos, transfiriendo cada fracción a una molécula receptora y formando polímeros que se pueden difundir en la biopelícula o permanecer asociados a *S. mutans*.<sup>18, 19</sup>

*S. mutans* posee tres tipos distintos de genes *gtf* que expresan actividad de glucosiltransferasa. Los genes *gtfB* y *gtfC* comparten un mismo operón y codifican las enzimas GtfB y GtfC, y el gen *gtfD*, que no está en el locus *gtfBC*, codifica para la enzima GtfD. Estas enzimas (Gtfs) condicionan el rol agresivo de la biopelícula, mediante la producción de glucanos a partir de sacarosa, que se unen al esmalte, proporcionando sitios de colonización y matriz insoluble.<sup>16</sup> GtfB sintetiza glucanos insolubles que se adhieren a la

*Streptococcus* is the most abundant bacterial genus in the oral cavity. According to its phylogeny, it is classified into three groups (bovis, pneumonia and viridans),<sup>15</sup> and the viridans group is divided into five groups: mitis, mutans, salivarius, anginosus, and sanguinis.<sup>15</sup> The *Mutans Streptococci* group (MS) is classified, according to the nucleotide sequence of its 16S ribosomal RNA, in eight species (*mutans*, *sobrinus*, *cricketus*, *dawnei*, *ferus*, *macacae*, *ratti*, and *hyovaginalis*); of these, *S. mutans* is considered as the predominant species in the oral cavity.<sup>16</sup>

*S. mutans* is a Gram-positive coccus which groups itself in chains; it is motionless, catalase negative, a fast producer of lactic acid, and its usual habitat is the dental surface, although it has also been detected in heart valves and in atheromatous plaques of large blood vessels.<sup>17</sup>

The virulence of *S. mutans* is characterized by its acidogenesis, aciduria, acidophile, synthesis of extracellular polysaccharides (EPS), synthesis of intracellular polysaccharides, synthesis of glucan-binding proteins (Gpbs), adhesins, wall-associated protein A (WapA), and bacteriocins. The synthesis of extracellular polysaccharides is a prominent factor of its virulence, since even before the sucrose enters the cell, a percentage is transformed by exoenzymes, glucosyltransferases (Gtfs) and fructosyltransferases (Ftf), which metabolize sucrose in monosaccharide molecules, transferring each fraction to a receiving molecule and forming polymers that can be spread in the biofilm or remain associated with *S. mutans*.<sup>18, 19</sup>

*S. mutans* has three different types of *gtf* genes expressing glucosyltransferase activity. Genes *gtfB* and *gtfC* share a same operon, encoding enzymes GtfB and GtfC as well as gene *gtfD*, which is not in the *gtfBC* locus, encoding for enzyme GtfD. These enzymes (Gtfs) condition the aggressive role of biofilm through the production of glucans from sucrose, which adhere to the enamel, providing sites of colonization and insoluble matrix.<sup>16</sup> GtfB synthesizes insoluble glucans that adhere to the

superficie dentaria. GtfC produce glucanos solubles e insolubles fácilmente metabolizables. *S. mutans* produce tres enzimas diferentes para actuar sobre el mismo sustrato y formar polisacáridos; este hecho determina que *S. mutans* contribuya a la formación y composición de la biopelícula cariogénica, a diferencia de otros microorganismos orales.<sup>18, 20</sup>

Tradicionalmente, altos recuentos de *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dentaria se han relacionado con la actividad de la caries. Sin embargo, a pesar de que esta evidencia ha sido cuestionada durante los últimos años, existen numerosos reportes en los que mayores recuentos de esta bacteria se detectan en individuos con caries, razón por la cual el recuento de *S. mutans* se ha utilizado como un indicador de riesgo cariogénico.<sup>21-23</sup>

Inicialmente, la cuantificación se desarrolló mediante el cultivo tradicional, pero con los avances tecnológicos se ha demostrado que la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real puede ser una metodología sensible y rápida, lo que ha revolucionado el campo de las formas de cuantificación.<sup>24, 25-28</sup> Esta técnica basada en fluorescencia,<sup>15, 29</sup> a diferencia de la cuantificación por cultivo, no requiere personal entrenado para detectar colonias compatibles con *S. mutans*, las cuales adicionalmente necesitan confirmación a nivel de especie, que puede ser mediante pruebas bioquímicas o moleculares, considerando que este laborioso proceso de cultivo, aislamiento e identificación demanda mayor tiempo y recursos, y comparada con la cuantificación por qPCR resulta más rápida, económica, precisa y sensible; su único inconveniente consiste en que no discrimina la cuantificación entre células vivas y muertas.<sup>24, 30-31</sup>

Por otra parte, esta técnica mejorada de la PCR de tiempo final o convencional, que es un ensayo cualitativo, permite realizar mediciones cualitativas y cuantitativas de genes específicos en una muestra de ácido nucleico. Un ejemplo de ello es SYBR-Green, que corresponde a un método de detección fluorométrica, diseñado para amplificar una secuencia de DNA que no exceda los 250 pb,<sup>24</sup>

dental surface. GtfC produces soluble and non-soluble glucans that are easily metabolizable. *S. mutans* produces three different enzymes to act on the same substrate to form polysaccharides; this fact allows *S. mutans* to contribute to the formation and composition of cariogenic biofilm, unlike other oral microorganisms.<sup>18, 20</sup>

Traditionally, high counts of *S. mutans* in saliva and dental biofilm have been linked to carious activity. However, while this evidence has been challenged over the past years, there are numerous reports claiming that higher counts of this bacteria are detected in individuals with caries, and thus the count of *S. mutans* has been used as an indicator of cariogenic risk.<sup>21-23</sup>

In the past, quantification was conducted through traditional cultivation, but technological advances have demonstrated that real-time polymerase chain reaction (PCR) can be a sensitive, quick methodology, revolutionizing the field of quantification methods.<sup>24, 25-28</sup> Unlike quantification by cultivation, this fluorescence-based technique<sup>15, 29</sup> does not require trained staff to detect colonies compatible with *S. mutans*, which needs an additional step of species confirmation, which can be done through biochemical or molecular tests; this arduous process of cultivation, isolation, and identification requires more time and resources, and compared against quantification by qPCR is faster, inexpensive, accurate, and sensitive; its only drawback is that it does not discriminate quantification between living and dead cells.<sup>24, 30-31</sup>

On the other hand, this improved technique of conventional PCR, which is a qualitative test, allows conducting qualitative and quantitative measurements of specific genes in a sample of nucleic acid. An example of this is SYBR-Green, a fluorometric detection method designed to amplify a DNA sequence not exceeding 250 pb,<sup>24</sup>

donde el reactivo se une inespecíficamente a la doble hebra de DNA produciendo fluorescencia cuantitativa proporcional al número de moléculas iniciales,<sup>29, 32-35</sup> lo que da como resultado una cuantificación exacta, sensible y rápida.

La utilización de la biología molecular en cariología tiene como objetivo desarrollar herramientas para la detección precoz de factores de riesgo que desequilibran el ecosistema oral, para implementar enfoques preventivos y establecer medidas protectoras que eviten la aparición de lesiones de caries y su posible transmisión.

Basado en esta información, el objetivo de este trabajo fue implementar la metodología de qPCR en tiempo real para la detección y cuantificación de la especie *Streptococcus mutans* en muestras congeladas de saliva y biopelícula dentaria provenientes de niños de 8 años de edad, basado en la amplificación de un fragmento del gen *gtfB*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo de esta investigación fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, mediante acta 012-13 W.

Para este estudio se utilizaron las cepas bacterianas descritas en la tabla 1, y los partidores para las ampliificaciones tanto de PCR convencional (tiempo final) como de qPCR que se detallan en la tabla 2.

where the reagent non-specifically binds to a double DNA strand producing quantitative fluorescence proportional to the initial number of molecules,<sup>29, 32-35</sup> resulting in an accurate, sensitive, and fast quantification.

The use of molecular biology in cariology is intended to develop tools for the early detection of risk factors that destabilize the oral ecosystem, in order to implement preventive approaches and to establish protective measures to prevent the appearance of carious lesions and their possible transmission.

Based on this information, the objective of this research project was to implement the methodology of real-time qPCR to detect and quantify *Streptococcus mutans* spp. in frozen samples of saliva and dental biofilm from children 8 years of age, based on the amplification of a fragment of the *gtfB* gene.

## MATERIALS AND METHODS

The protocol of this research project was approved by the Scientific Ethical Committee of Universidad de Chile School of Dentistry, through Affidavit 012-13 W.

This study used the bacterial strains described in table 1, and the amplification primers for both conventional PCR (end-point) and qPCR as described in table 2.

Tabla 1. Cepas bacterianas

| Bacteria                                  | Características  | Fuente   |
|---|--|--|
| <i>Streptococcus mutans</i> UA159         | Cocáceo Gram positivo, aerobio facultativo, acidófilo, acidúrico, acidogénico. | Centro de Investigación Biomédica Universidad Autónoma de Chile. |
| <i>Streptococcus sanguinis</i> ATCC 10556 | Cocáceo Gram positivo, aerobio facultativo.                                    | Centro de Investigación Biomédica Universidad Diego Portales.    |
| <i>Escherichia coli</i> DH5 $\alpha$ .    | Bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, móvil.                            | Centro de Investigación Biomédica Universidad Autónoma de Chile. |

**Table 1. Bacterial strains**

| Bacteria                                  | Features   | Source   |
|---|--|--|
| <i>Streptococcus mutans</i> UA159         | Gram-positive coccus, facultative aerobe, acidophilus, aciduric, acidogenic. | Biomedical Research Center<br>Universidad Autónoma de Chile. |
| <i>Streptococcus sanguinis</i> ATCC 10556 | Gram-positive coccus, facultative aerobe,                                    | Biomedical Research Center<br>Universidad Diego Portales.    |
| <i>Escherichia coli</i> DH5 $\alpha$      | Gram-negative bacillus, facultative aerobe, mobile.                          | Biomedical Research Center<br>Universidad Autónoma de Chile. |

Tabla 2. Secuencias de partidores utilizados para reacciones de PCR y qPCR, previamente reportados por Yoshida y colaboradores<sup>36</sup> y Gordan y colaboradores.<sup>9</sup>

| Partidor           | Secuencia                       |
|--------------------|---------------------------------|
| <i>Smut</i> 3368-F | 5´-GCCTACAGCTCAGAGATGCTATTCT-3´ |
| <i>Smut</i> 3481-R | 5´-GCCATACACCACTCATGAATTGA-3´   |
| 16Sr RNA-F         | 5´-ACTACGTGCCAGCAGCC-3´         |
| 16Sr RNA-R         | 5´-CCTAATCTATGGGACCATCAGG-3´    |

Table 2. Sequences of primers used for PCR and qPCR, previously reported by Yoshida et al<sup>36</sup> and Gordan et al.<sup>9</sup>

| Primer             | Sequence                        |
|--------------------|---------------------------------|
| <i>Smut</i> 3368-F | 5´-GCCTACAGCTCAGAGATGCTATTCT-3´ |
| <i>Smut</i> 3481-R | 5´-GCCATACACCACTCATGAATTGA-3´   |
| 16Sr RNA-F         | 5´-ACTACGTGCCAGCAGCC-3´         |
| 16Sr RNA-R         | 5´-CCTAATCTATGGGACCATCAGG-3´    |

## Muestra

Para este estudio se seleccionaron al azar (Random Numbers Generation, Microsoft 2007, Seattle, Washington, USA) 27 niños de 8 años, de ambos sexos, provenientes de escuelas municipales del área norte de la región metropolitana de Santiago, Chile, que cumplieran con los siguientes criterios:

**Criterios de inclusión:** a) tener 8 años de edad, b) estar sistémicamente sano, c) no presentar contraindicaciones para participar en un examen dental.

**Criterios de exclusión:** a) pacientes con flujo salival reducido, b) pacientes con enfermedades sistémicas que impidan su tratamiento dental, c) pacientes que hayan estado en terapia antibiótica, con esteroides o con colutorio oral, durante los últimos tres meses.

Los padres de los niños que cumplieran con los criterios de inclusión, y que aceptaron que sus hijos participaran en el estudio, firmaron el formulario de asentimiento informado.

## Sample

This study involved a random selection (Random Numbers Generation, Microsoft 2007, Seattle, Washington, USA) of 27 children of both sexes aged 8 years, from local schools in the northern metropolitan area of Santiago, Chile, who met the following criteria:

**Inclusion criteria:** a) 8 years of age, b) systemically healthy, c) with no contraindications to participate in a dental examination.

**Exclusion criteria:** a) patients with reduced salivary flow, b) patients with systemic diseases preventing them from dental treatment, c) patients who have been on antibiotic therapy, with steroids or mouthwash, during the past three months.

The parents of children meeting the inclusion criteria signed an informed consent form accepting their children's participation in the study.

## Obtención de muestras y procedimiento

Los niños examinados debían abstenerse de cualquier procedimiento de higiene oral e ingesta de alimentos durante las últimas 12 horas previas a la toma de muestras.<sup>9</sup>

Obtención de saliva: Se colectaron 5 mL de saliva no estimulada, en la mañana, en un tubo de plástico estéril de 15 mL, mantenido a 4 °C hasta su traslado al laboratorio de química (Facultad de Odontología, Universidad de Chile). La saliva se transfirió a tubos de centrifuga de 1,5 mL para su posterior análisis en el laboratorio de Microbiología (Facultad de Odontología, Universidad de Chile).

Obtención de biopelícula supragingival dental: La biopelícula se colectó en todas las superficies dentarias mesio-vestibulares de dientes anteriores y posteriores, temporales y permanentes, con curetas estériles (GR 4/5, Gracey finishing curettes, Ransom and Randolph, Toledo, OH, USA). Este pool se transfirió a tubos de centrifuga de 1,5 mL estériles que contenían 500 µL de solución de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 10 mM (pH 7), y se almacenó a 4 °C hasta su traslado al laboratorio.

Conservación de las muestras: Las muestras de saliva y biopelícula dentaria previamente rotuladas se almacenaron a -80 °C para su posterior procesamiento.

## Extracción de DNA genómico de saliva y biopelícula

Para la extracción de DNA se empleó el sistema MasterPure™ DNA purification, Epicentre® (Illumina Co, San Diego, CA, USA). Las muestras de saliva y biopelícula dental se descongelaron a temperatura ambiente y se resuspendieron mediante agitación en vortex (Cole-Parmer Vortex Mixer, Vernon Hills, IL, USA) por 30 seg. Se depositaron 150 µL de saliva o biopelícula dental en tubos de centrifuga de 1,5 mL y se adicionaron 150 µL de solución (2x) T y C (MasterPure™). Se agregaron 5 µL de lisozima (20 mg/mL) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) y se incubó por 1 hora a 37 °C.

## Sample collection and processing

The examined children were required to refrain from any oral hygiene procedure and food intake during the 12 hours prior to sampling.<sup>9</sup>

Saliva collection: 5 mL of non-stimulated saliva were collected in the morning in a 15 mL sterile plastic tube, which was maintained at 4 °C until brought to the Chemistry Laboratory (School of Dentistry, Universidad de Chile). The saliva was transferred to 1.5 mL centrifuge tubes for further analysis in the Microbiology Laboratory (School of Dentistry, Universidad de Chile).

Collection of supragingival dental biofilm: biofilm was collected from all the mesio-vestibular surfaces of temporary and permanent anterior and posterior teeth, using sterile curettes (GR 4/5, Gracey finishing curettes, Ransom and Randolph, Toledo, OH, USA). This pool was brought to 1.5 mL sterile centrifugal tubes containing 500 µL of K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 10 mM solution (pH 7) and stored at 4 °C until being transferred to the laboratory.

Conservation of samples: the saliva and dental biofilm samples adequately labeled were stored at -80 °C for further processing.

## Extraction of genomic DNA from saliva and biofilm

DNA extraction was conducted with the MasterPure™ DNA purification system, Epicentre® (Illumina Co, San Diego, CA, USA). The samples of saliva and dental biofilm were defrosted to room temperature and re-suspended by agitation in vortex (Cole-Parmer Vortex Mixer, Vernon Hills, IL, USA) for 30 sec. 150 µL of saliva or dental biofilm were put in 1.5 mL centrifuge tubes, adding 150 µL of solution (2lx) T & C (MasterPure™) and 5 µL of lysozyme (20 mg/mL) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) and incubating for 1 hour at 37 °C.

Posteriormente se adicionó 1  $\mu\text{L}$  de proteinasa K (50 mg/mL) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), se incubó a 65 °C durante una hora agitando cada 5 min, se agregaron 2  $\mu\text{L}$  RNasa (5 mg/mL) (Sigma-Aldrich, San Luis, MO, USA) y se incubó 5 min a 37 °C. Posteriormente los tubos se depositaron en hielo durante 3 a 5 min para luego agregar 150  $\mu\text{L}$  de amortiguador MPC (MasterPure™) y se agitó en vortex por 10 seg. Luego se centrifugó a 13.000 rpm durante 10 min a 37 °C y se transfirieron 400  $\mu\text{L}$  del sobrenadante a un nuevo tubo. Se agregaron 400  $\mu\text{L}$  de isopropanol puro, se mezcló por inversión y se centrifugó a 13.000 rpm durante 10 min a 4 °C. A continuación se eliminó el isopropanol, se lavó con 150  $\mu\text{L}$  de etanol (75%), y se volvió a centrifugar a 13.000 rpm por 5 min a 4 °C. El precipitado se secó a temperatura ambiente y se rehidrató en 45  $\mu\text{L}$  de agua ultrapura estéril. El DNA obtenido se almacenó a -20 °C.

### Extracción de DNA genómico de *Streptococcus mutans* UA159

Para elaborar una curva estándar de cuantificación, se realizó el cultivo de *Streptococcus mutans* UA159. Esta bacteria creció en condiciones microaerófilas a 37 °C en caldo TSB (Oxoid, Hampshire, UK) durante 48 horas. Se centrifugaron 3 mL del cultivo a 13.000 rpm durante 5 min. Se eliminó el sobrenadante y se agregaron 300  $\mu\text{L}$  de solución T y C (sistema MasterPure™). Se continuó el protocolo del mismo modo descrito anteriormente.

### Extracción de DNA genómico de *S. sanguinis*

Como control de especificidad de los partidores en las reacciones de PCR, se empleó DNA genómico de cepa *Streptococcus sanguinis* ATTC10556. Esta bacteria creció en condiciones microaerófilas a 37 °C en caldo TSB (Oxoid) durante 48 horas, y para la extracción del DNA genómico de *S. sanguinis* se realizó idéntico procedimiento al descrito para *S. mutans*.

Then, 1  $\mu\text{L}$  of proteinase K was added (50 mg/mL) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), incubating at 65 °C for 1 hour and stirring every 5 min; 2  $\mu\text{L}$  of RNase were added (5 mg/mL) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), incubating for 5 min at 37 °C. The tubes were later deposited on ice for 3 to 5 min before adding 150  $\mu\text{L}$  of MPC buffer (MasterPure™), stirring in vortex for 10 sec and centrifuging to 13,000 rpm for 10 min at 37 °C; 400  $\mu\text{L}$  of the supernatant were transferred to a new tube. 400  $\mu\text{L}$  of pure isopropanol were added, mixing by inversion and centrifuging at 13,000 rpm for 10 min at 4 °C. Then the isopropanol was removed, rinsing with 150  $\mu\text{L}$  of ethanol (75%), centrifuging again at 13,000 rpm for 5 min at 4 °C. The precipitate was left to dry at room temperature and rehydrated in 45  $\mu\text{L}$  ultrapure sterile water. The obtained DNA was stored at -20 °C.

### Extraction of genomic DNA of *Streptococcus mutans* UA159

To obtain a standard quantification curve, *Streptococcus mutans* UA159 was cultivated. This bacterium grew in microaerophilic conditions at 37 °C in TSB broth (Oxoid, Hampshire, UK) for 48 hours. 3 mL of culture were centrifuged at 13,000 rpm for 5 min. The supernatant was removed adding 300  $\mu\text{L}$  of T & C solution (MasterPure™ system). The protocol continued as described above.

### Extraction of genomic DNA of *S. sanguinis*

Genomic DNA of *Streptococcus sanguinis* ATTC10556 strain was used as control of specificity of primers in the PCR reactions. This bacterium grew in microaerophilic conditions at 37 °C in TSB broth (Oxoid) for 48 hours, and genomic DNA of *S. sanguinis* was extracted using an identical procedure as described for *S. mutans*.



## Extracción de DNA genómico de *E. coli*

Como control negativo para las reacciones de PCR se empleó DNA genómico de la cepa *Escherichia coli* DH5 $\alpha$ , que se obtuvo a partir de un cultivo de *E. coli* en agar M<sup>c</sup>Conkey (Becton Dickinson<sup>®</sup>, NJ, USA). Se seleccionó una colonia y se inoculó en 5 mL de caldo nutritivo, los cuales se hicieron crecer en agitación a 37 °C durante 12 h. Posteriormente, a partir de 3 mL de cultivo, se extrajo DNA genómico siguiendo el protocolo descrito para *S. mutans*.

## Separación de DNA mediante electroforesis

El análisis de integridad de las muestras de DNA se realizó mediante separación electroforética (Major Science MJ 105S/MT108, Saratoga, CA, USA) en gel de agarosa al 1% empleando amortiguador TAE 0,5X (Winkler, Lampa, Santiago, Chile). Una vez cumplido el tiempo, se tiñó con bromuro de etidio por 5-10 min y se visualizó en el transiluminador UV a 254 nm.

## Comprobación de partidores en PCR tiempo final

Para comprobar que el DNA amplificado correspondía a DNA bacteriano, se realizó PCR en tiempo final (TF) con partidores universales para bacterias *16Sr RNA* (tabla 2), los cuales generan un fragmento de DNA de 296-350 pb.<sup>8</sup>

Para el procedimiento se realizó una mezcla maestra (*master mix*) para PCR (5  $\mu$ L de amortiguador de reacción 10X, 4  $\mu$ L de MgCl<sub>2</sub> 25mM, 1  $\mu$ L de dNTPs 10mM c/u, 1 $\mu$ L de partidor *16Sr RNA-F* 25 pmol/ $\mu$ L, 1 $\mu$ L de partidor *16Sr RNA-R* 25 pmol/ $\mu$ L, 33,5  $\mu$ L de agua ultrapura, 0,5  $\mu$ L de Taq polimerasa 5UI/ $\mu$ L (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) y 4  $\mu$ L de DNA purificado: DNA genómico de *S. mutans*, *S. sanguinis*, *E. coli*, saliva y biopelícula dental). Las reacciones de PCR se realizaron en termociclador multigene gradient (Labnet<sup>®</sup> Edison, NJ, USA), empleando el siguiente programa: 94 °C durante 5 min, seguido por 40 ciclos

## Extraction of genomic DNA of *E. coli*

Genomic DNA of *Escherichia coli* DH5 $\alpha$  strain was used as negative control for the PCR reactions. This strain was obtained from a culture of *E. coli* in M<sup>c</sup>Conkey agar (Becton Dickinson<sup>®</sup>, NJ, USA). A culture was selected and inoculated in 5 mL of nutrient broth, and grown by shaking at 37 °C for 12 hours. Subsequently, using 3 mL of culture, genomic DNA was extracted by following the protocol described for *S. mutans*.

## Separation of DNA by electrophoresis

The analysis of integrity of DNA samples was made by electrophoretic separation (Major Science MJ 105S/MT108, Saratoga, CA, USA) in 1% agarose gel using TAE 0,5X buffer (Winkler, Lampa, Santiago, Chile). Once completed, it was stained with ethidium bromide for 5-10 min observing in UV transilluminator at 254 nm.

## Verification of primers in end-point PCR

To verify that the amplified DNA corresponded to bacterial DNA, end-point PCR was conducted with universal primers for bacteria *16Sr RNA* (table 2), which produce a fragment of DNA of 296-350 pb.<sup>8</sup>

This procedure implied making a master mix for PCR (5  $\mu$ L of reaction buffer 10X, 4  $\mu$ L of MgCl<sub>2</sub> 25 mM, 1  $\mu$ L of dNTPs 10 mM each, 1 $\mu$ L of primer *16Sr RNA-F* 25 pmol/ $\mu$ L, 1 $\mu$ L of primer *16Sr RNA-R* 25 pmol/ $\mu$ L, 33.5  $\mu$ L ultrapure water, 0.5  $\mu$ L Taq polymerase 5UI/ $\mu$ L (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) and 4  $\mu$ L of purified DNA: genomic DNA of *S. mutans*, *S. sanguinis*, *E. coli*, saliva and dental biofilm). The PCR reactions were performed in thermal cycler multigene gradient (Labnet<sup>®</sup> Edison, NJ, USES), using the following plan: 94 °C during 5 min, followed by 40 cycles

de 94 °C durante 30 seg. 50 °C durante 1 min, 72 °C durante 1 min, y una extensión final a 72 °C durante 10 min.

Igual procedimiento se utilizó para determinar la especificidad de los partidores para *S. mutans* (tabla 2). Empleando el siguiente programa: 94 °C durante 5 min, seguido por 40 ciclos de 94 °C durante 30 seg, 60 °C durante 30 seg, 72 °C durante 1 min, y una extensión final a 72 °C durante 10 min, se obtuvo un fragmento de 114 pb.

### **Cuantificación de DNA total de saliva y biopelícula dental**

Para determinar la concentración del DNA total de las muestras de DNA genómico de saliva, biopelícula dental y *S. mutans* UA159, se realizó la cuantificación mediante espectrofotometría por microplacas (Take3 Modelo Epoch, Biotek<sup>R</sup>, Winooski, VT, USA). Se tomaron 2 µL de cada muestra por duplicado y los valores obtenidos de DNA total se llevaron a un volumen final de 20 ng/µL.

### **Cuantificación de *S. mutans* mediante qPCR**

Para la curva estándar se preparó una dilución seriada de factor 10 y se tomaron cinco veces 1 µL de DNA de *S. mutans* UA159 más 9 µL de agua miliQ. Se realizó una mezcla maestra para la reacción de qPCR (10 µL de Mix 2X SYBR Green (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), 0,5 µL de partidador *Smut 3368-F* 25 pmol, 0,5 µL de partidador *Smut 3481-R* 25 pmol, 4 µL de agua miliQ, y 5 µL de DNA de las muestras). Para los controles sin templado (NTC) se utilizaron 5 µL de agua miliQ.

En cada pocillo se cargaron 15 µL de mezcla maestra más 5 µL de DNA de *S. mutans*; las mediciones se hicieron por duplicado para los controles (NTC), la construcción de la curva estándar y la cuantificación de cada muestra. Posteriormente se cubrió la placa con sello óptico, según instrucciones del fabricante.

of 94 °C during 30 sec. 50 °C during 1 min, 72 °C during 1 min, and a final extension at 72 °C during 10 min.

The same procedure was used to determine the specificity of primers for *S. mutans* (table 2), using the following program: 94 °C for 5 min, followed by 40 cycles of 94 °C for 30 sec, 60 °C for 30 sec, 72 °C for 1 min, and a final extension at 72 °C for 10 min, obtaining a fragment of 114 pb.

### **Quantification of total DNA of saliva and dental biofilm**

To determine the total concentration of DNA of samples of genomic DNA from saliva, dental biofilm, and *S. mutans* UA159, the quantification was carried out with spectrophotometry by microplates (Take3 Model Epoch, Biotek<sup>R</sup>, Winooski, VT, USA). 2 µL of each sample were taken in duplicate and the obtained values of total DNA were brought to a final volume of 20 ng/µL.

### **Quantification of *S. mutans* using qPCR**

For the standard curve, a serial dilution of factor 10 was prepared and 1 µL of DNA of *S. mutans* UA159 was taken five times, in addition to 9 µL of miliQ water. A master mix was prepared for qPCR reaction (10 µL of Mix 2X SYBR Green (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), 0.5 µL of primer *Smut 3368-F* 25 pmol, 0.5 µL of primer *Smut 3481-R* 25 pmol, 4 µL of miliQ water, and 5 µL of DNA from the samples). 5 µL of miliQ water were used for No Template Controls (NTC).

Each recipient was loaded with 15 µL of master mix plus 5 µL of DNA of *S. mutans*; the measurements were duplicated for controls (NTC), the construction of the standard curve, and the quantification of each sample. Finally, the plaque was covered with optical sealing, according to the manufacturer's instructions.

La amplificación del DNA se realizó en termociclador ECO Real Time (Illumina®, SD, Cal, USA), empleando el siguiente perfil térmico: 95 °C durante 5 min., seguido por 30 ciclos de 95 °C durante 30 seg., 66 °C durante 30 seg., 72 °C durante 1 min, y una extensión final a 72 °C durante 10 min.

## RESULTADOS

La muestra estuvo formada por 27 niños de 8 años, cuya salud oral, expresada en índices promedio, fue: índice promedio de higiene oral de Løe Silness = 1,45; COPD = 1,09 y ceop = 2,9, de cuatro sitios (mesial, distal, vestibular y palatino o lingual) de los dientes 1.6, 1.2, 2.4, 3.6, 3.2 y 4.4.(Tabla 3)

Tabla 3. Índices promedio de higiene oral, COPD y ceop, separados por grupo de índice de riesgo cariogénico (alto, moderado y cero).

|          | IHO  | COPD | ceop | N  |
|----------|------|------|------|----|
| Alto     | 1,73 | 1,09 | 5    | 11 |
| Moderado | 1,64 | 0    | 2,3  | 10 |
| Cero     | 1,45 | 0    | 0    | 6  |
| Muestra  | 1,63 | 0,48 | 2,9  | 27 |

El DNA genómico de *Streptococcus mutans* UA159 evidenció integridad en gel de agarosa al 1%, como se observa en la figura 1.

DNA amplification was performed in an ECO Real Time thermocycler (Illumina®, SD, Cal, USA), using the following thermal profile: 95 °C for 5 min, followed by 30 cycles of 95 °C during 30 sec., 66 °C during 30 sec., 72° C for 1 min, and a final extension at 72 °C for 10 min.

## RESULTS

The sample in the present study included 27 children of 8 years whose oral health, expressed in averages, was: average Løe Silness oral hygiene index = 1.45; DMFT = 1.09 and deft = 2.9, of four sites (mesial, distal, vestibular and palatal or lingual) of teeth 1.6, 1.2, 2.4, 3.6, 3.2, and 4.4 (Table 3).

Table 3. Average Oral Hygiene Index, DMFT and deft, sorted out in groups per cariogenic risk index (high, moderate, zero).

|          | OHI  | DMFT | deft | N  |
|----------|------|------|------|----|
| High     | 1.73 | 1.09 | 5    | 11 |
| Moderate | 1.64 | 0    | 2.3  | 10 |
| Zero     | 1.45 | 0    | 0    | 6  |
| Sample   | 1.63 | 0.48 | 2.9  | 27 |

The genomic DNA of *Streptococcus mutans* UA159 showed integrity in 1% agarose gel as shown in Figure 1.

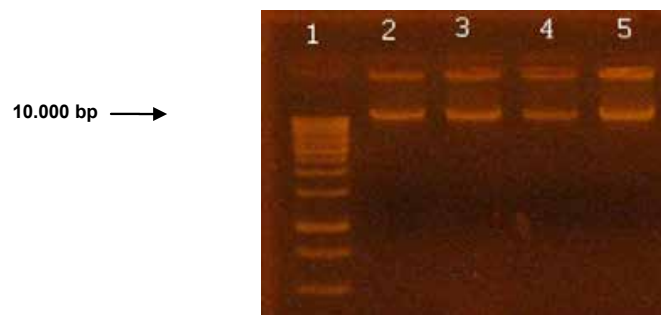


Figura 1. Electroforesis de DNA genómico de *S. mutans* UA159 en gel de agarosa 1%. Carril 1: marcador de tamaño molecular de 1 kb. Los carriles 2 a 5 muestran DNA genómico de *S. mutans* UA159.

Figure 1. Electrophoresis of genomic DNA of *S. mutans* UA159 in 1% agarose gel. Lane 1: marker of 1 kb in molecule size. Lanes 2 to 5 show genomic DNA of *S. mutans* UA159.

La utilización de los partidores universales demostró la presencia y amplificación de DNA bacteriano por medio de PCR convencional (a tiempo final) con los partidores universales para *16Sr RNA*.

La utilización de los partidores *Smut 3368-F* y *Smut 3481-R* (Figura 2) evidenció especificidad mediante la obtención de un amplicón del tamaño esperado (114 pb),<sup>20</sup> puesto que dichos partidores sólo fueron detectados en las muestras de DNA de *S. mutans* UA159 y en DNA de saliva y biopelícula dental.

The use of universal primers demonstrated the presence and amplification of bacterial DNA by conventional PCR (end-point) with universal primers for *16Sr RNA*.

The use of *Smut 3368-F* and *Smut 3481-R* primers (Figure 2) showed specificity by obtaining an amplicon of expected size (114 pb),<sup>20</sup> since these primers were only detected in the DNA samples of *S. mutans* UA159 and in DNA from saliva and dental biofilm.

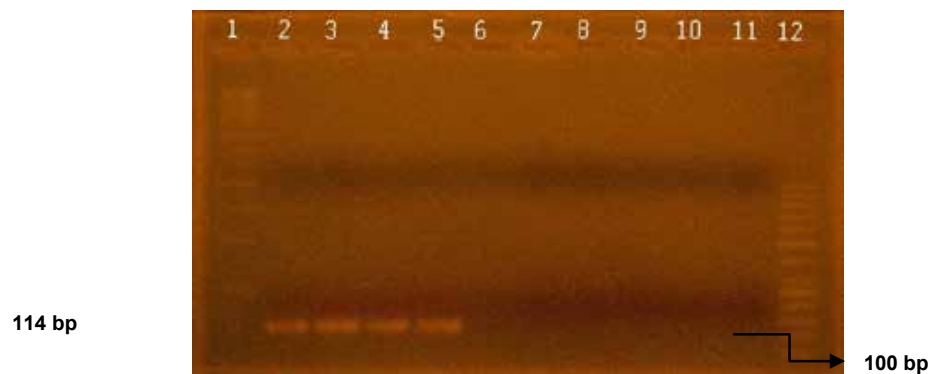


Figura 2. Separación mediante electroforesis en gel de agarosa al 2% de fragmento de 114 bp del gen *gtfB* amplificado mediante PCR. El carril 1 corresponde a estándar de tamaño molecular de 1 kb. Los carriles 2 y 3 corresponden a amplificación empleando DNA de *S. mutans* UA159. Los carriles 4 y 5 corresponden a amplificaciones empleando DNA de muestras de saliva y biopelícula dental (C6 S, C6 PB). Los carriles 6 y 7 corresponden a amplificaciones empleando DNA de *S. sanguinis*. Los carriles 8 al 10 corresponden a amplificaciones empleando DNA de *E. coli*. El carril 11 corresponde a una amplificación empleando agua ultrapura (miliQ). El carril 12 corresponde a un estándar de tamaño molecular de 50 bp.

**Figure 2. Electrophoretic separation of a fragment of 114 bp of gene *gtfB* in 2% agarose gel amplified by means of PCR. Lane 1 corresponds to a standard molecular size of 1 kb. Lanes 2 and 3 correspond to amplification using DNA of *S. mutans* UA159. Lanes 4 and 5 correspond to amplifications using DNA from saliva and dental biofilm samples (S C6, C6 BF). Lanes 6 and 7 correspond to amplifications using DNA of *S. sanguinis*. Lanes 8 to 10 correspond to amplifications using DNA from *E. coli*. Lane 11 corresponds to amplification using ultrapure water (miliQ). Lane 12 corresponds to a standard molecular size of 50 bp.**

La curva estándar se construyó a partir de la dilución del DNA aislado de *S. mutans* UA159, cuya concentración inicial fue de 128 ng/ $\mu$ L (Figura 8). En la curva de fusión (o *melting*) para la amplificación del DNA de *S. mutans* UA159 (Figura 3) se observa un solo pico de amplificación, a una misma temperatura para todas las diluciones. Los duplicados emiten el despegue de fluorescencia logrando la cuantificación de las muestras con un

The standard curve was designed based on the dilution of DNA isolated from *S. mutans* UA159, whose initial concentration was 128 ng/ $\mu$ L (Figure 8). The melting curve for the amplification of DNA of *S. mutans* UA159 (Figure 3) shows a single amplification pick, to the same temperature for all the dilutions. Duplicates issue fluorescence, achieving the quantification of samples with a

delta de 3,36; es decir, entre cada ciclo de amplificación en el que se detecta fluorescencia existe una diferencia de 3,36 ciclos (Figura 4).

delta of 3.36; i.e. between each amplification cycle in which fluorescence is detected there is a difference of 3.36 cycles (Figure 4).

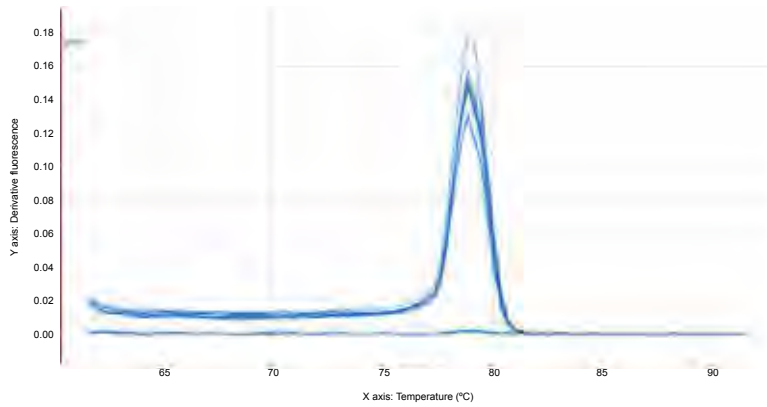


Figura 3. Curva de fusión para un fragmento de 114 bp del gen *gtfB*. Se observa la única temperatura de amplificación de las diluciones seriadas de DNA de *S. mutans* UA159.

Figure 3. Melting curve for a fragment of 114 bp of *gtfB* gene. Note the only amplification temperature of serial dilutions of DNA of *S. mutans* UA159.

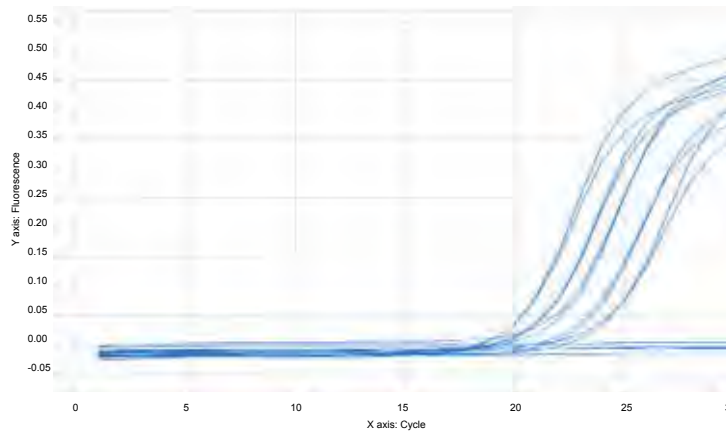


Figura 4. Gráfico de concentración por ciclo de amplificación para un fragmento de 114 bp del gen *gtfB* empleando diluciones seriadas de DNA genómico de *S. mutans* UA159.

Figure 4. Graph of concentration per amplification cycle for a fragment of 114 bp of *gtfB* gene using serial dilutions of genomic DNA of *S. mutans* UA159.

## Cuantificación de *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dental mediante la técnica qPCR

Después de aislar el DNA total de muestras de los 27 pacientes, se analizó la integridad del DNA de las muestras de saliva y biopelícula purificado. La figura 5 corresponde a un gel representativo del análisis de integridad de DNA extraído de muestras tanto de saliva como de biopelícula dental. La separación electroforética evidencia la presencia de bandas de DNA superiores a 10.000 bp, con integridad en el DNA aislado, acompañado de mínima degradación (Figura 5).

## Quantification of *S. mutans* in saliva and dental biofilm samples by means of qPCR

After isolating the total DNA of samples from the 27 patients came the analysis of DNA integrity of saliva and purified biofilm. Figure 5 corresponds to a representative gel of integrity analysis of DNA extracted from samples of saliva and dental biofilm. The electrophoretic separation showed the presence of DNA bands larger than 10,000 bp, with integrity of the isolated DNA and minimal degradation (Figure 5).

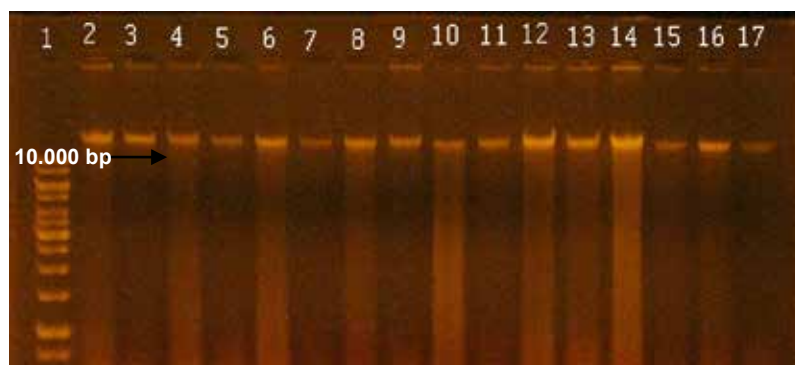


Figura 5. Separación electroforética en gel de agarosa al 1% de DNA genómico de muestras de saliva y biopelícula dental. El carril 1 corresponde al estándar de tamaño molecular de 1 kb. Los carriles 2 al 17 corresponden a DNA de las muestras C1 S (saliva), C1 PB (biopelícula), C2 S (saliva), C2 PB, C3 S, C3 PB, C4 S, C4 PB, C5 S, C5 PB, C6 S, C6 PB, C7 S, C7 PB, C8 S y C8 PB respectivamente.

**Figure 5. Electrophoretic separation of genomic DNA from saliva and dental biofilm in 1% agarose gel. Lane 1 corresponds to the standard of molecular size of 1 kb. Lanes 2 to 17 correspond to DNA of samples C1 S (saliva), C1 BF (biofilm), C2 S (saliva), C2 BF, C3 S, C3 BF, C4 S, C4 BF, C5 S, C5 BF, C6 S, C6 BF, C7 S, C7 BF, C8 S and C8 BF, respectively.**

Los valores de las concentraciones de DNA total se distribuyeron en el rango de 633 a 25 ng/ $\mu$ L para saliva y 406 a 34 ng/ $\mu$ L para biopelícula dentaria. Para estandarizar las concentraciones iniciales de las muestras antes de la realización del qPCR, los valores obtenidos se diluyeron a una concentración final estandarizada de 20 ng/ $\mu$ L por muestra.

The values of total DNA concentrations were distributed ranging from 633 to 25 ng/ $\mu$ L for saliva and 406 to 34 ng/ $\mu$ L for dental biofilm. To standardize the initial concentrations of samples before conducting qPCR, the obtained values were diluted to a standardized final concentration of 20 ng/ $\mu$ L per sample.

La curva de fusión obtenida en la identificación del gen *gtfB* de *S. mutans* en las muestras de saliva y biopelícula de los 27 pacientes presentó un único pico a una misma temperatura de amplificación para todas las muestras (Figura 6). La amplificación de cada duplicado es similar, logrando una cuantificación de las muestras con un delta entre cada ciclo de 3,36 de diferencia, y una óptima repetitividad de los duplicados (Figura 7).

The melting curve achieved in identifying gene *gtfB* of *S. mutans* in saliva and biofilm samples in the 27 patients showed a single pick at a same amplification temperature for all samples (Figure 6). Amplification of each duplicate is similar, achieving a quantification of samples with a delta of 3.36 in difference between each cycle, and an optimal repeatability of duplicates (Figure 7).

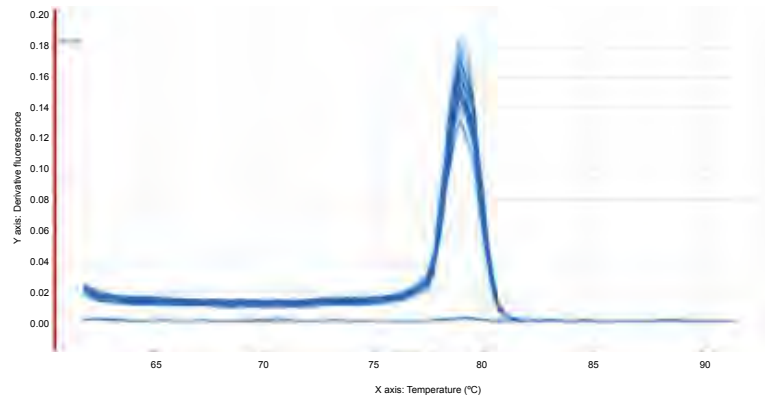


Figura 6. Curva de fusión para amplificación de un fragmento de 114 bp del gen *gtfB* de *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dental de 27 niños de 8 años de edad.

Figure 6. Melting curve for the amplification of a fragment of 114 bp of the *gtfB* gene of *S. mutans* in saliva and dental biofilm samples from 27 children of 8 years of age.

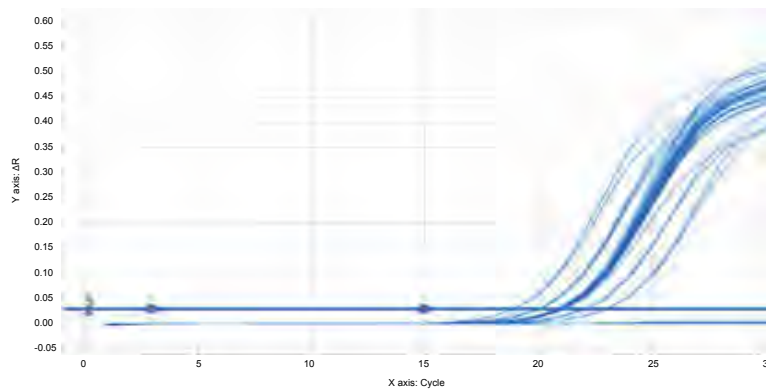


Figura 7. Gráfico de concentración por ciclo de amplificación para un fragmento de 114 bp del gen *gtfB* en muestras de saliva y biopelícula dental de 27 niños de 8 años de edad.

Figure 7. Graph of concentration per amplification cycle for a fragment of 114 bp of *gtfB* gene in saliva and dental biofilm samples from 27 children of 8 years of age.

Los valores obtenidos en la cuantificación del DNA de *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dental por qPCR se muestran en la tabla 4. Con base en el tamaño del genoma de *S. mutans* se calculó el número de bacterias en mL de saliva y biopelícula dental.<sup>35</sup>

The values obtained by quantifying DNA of *S. mutans* in saliva and dental biofilm samples by qPCR are shown in table 4. The number of bacteria in mL of saliva and dental biofilm was calculated based on the size of the *S. mutans* genome.<sup>35</sup>

Tabla 4. Cuantificación de *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dental de niños de 8 años de edad mediante la técnica de qPCR.

| Muestra   | Concentración de DNA de <i>S. mutans</i> en saliva (ng/ $\mu$ L) | Concentración de DNA de <i>S. mutans</i> en biopelícula dental (ng/ $\mu$ L) | Nº de <i>S. mutans</i> en saliva /mL | Nº de <i>S. mutans</i> en biopelícula dental /mL |
|-----------|--|--|--------------------------------------|--|
| C1        | 5  | 0,15   | 1,6x10 <sup>7</sup>                  | 4,89x10 <sup>5</sup>                             |
| C4        | 3,1  | 4  | 1x10 <sup>7</sup>                    | 13x10 <sup>6</sup>                               |
| C5        | 0,8  | 0,9  | 2,6x10 <sup>6</sup>                  | 2,9x10 <sup>6</sup>                              |
| C6        | 0,12   | 0,32   | 3,9x10 <sup>5</sup>                  | 1x10 <sup>6</sup>                                |
| C7        | 0,4  | 2,1  | 1,1x10 <sup>6</sup>                  | 6,8x10 <sup>6</sup>                              |
| C8        | 0,5  | 0,6  | 1,6x10 <sup>6</sup>                  | 1,9x10 <sup>6</sup>                              |
| C9        | 0,08   | 0,03   | 2,6x10 <sup>5</sup>                  | 9,7x10 <sup>4</sup>                              |
| C10       | 1,62   | 0,07   | 5,2x10 <sup>6</sup>                  | 2,2x10 <sup>5</sup>                              |
| C11       | 0,1  | 0,14   | 3,2x10 <sup>5</sup>                  | 4,5x10 <sup>5</sup>                              |
| C12       | 0,05   | 0,09   | 1,6x10 <sup>5</sup>                  | 2,9x10 <sup>5</sup>                              |
| C13       | 0,13   | 0,4  | 4,2x10 <sup>5</sup>                  | 1,3x10 <sup>6</sup>                              |
| C14       | 0,14   | 5,125  | 4,5x10 <sup>5</sup>                  | 16x10 <sup>7</sup>                               |
| C16       | 0,35   | 2,4  | 1,1x10 <sup>6</sup>                  | 7,8x10 <sup>6</sup>                              |
| C17       | 0  | 0,07   | 0                                    | 2,2x10 <sup>5</sup>                              |
| C18       | 0,02   | 0,02   | 6,5x10 <sup>4</sup>                  | 6,5x10 <sup>4</sup>                              |
| C20       | 0,03   | 0,03   | 9,7x10 <sup>4</sup>                  | 9,7x10 <sup>4</sup>                              |
| B26       | 0,02   | 0,02   | 6,5x10 <sup>4</sup>                  | 6,5x10 <sup>4</sup>                              |
| B27       | 0,02   | 0,06   | 6,5x10 <sup>4</sup>                  | 1,9x10 <sup>5</sup>                              |
| B28       | 0,02   | 0,03   | 6,5x10 <sup>4</sup>                  | 9,7x10 <sup>4</sup>                              |
| B29       | 0,02   | 0,01   | 6,5x10 <sup>4</sup>                  | 3,2x10 <sup>4</sup>                              |
| B21       | 0,02   | 0,01   | 6,5x10 <sup>4</sup>                  | 3,2x10 <sup>4</sup>                              |
| B25       | 0  | 0  | 0                                    | 0  |
| B2        | 0  | 0,1  | 0                                    | 3,2x10 <sup>5</sup>                              |
| B4        | 0,01   | 1,6  | 3,2x10 <sup>4</sup>                  | 5,2x10 <sup>6</sup>                              |
| A7        | 0  | 0  | 0                                    | 0  |
| A14       | 0  | 0  | 0                                    | 0  |
| A21       | 0  | 0,16   | 0                                    | 5,2x10 <sup>5</sup>                              |
| $\bar{x}$ | 0,47   | 0,71   | 14,85x10 <sup>5</sup>                | 74,24x10 <sup>5</sup>                            |



**Table 4. Quantification of *S. mutans* in saliva and dental biofilm samples from 8-year-old children through the qPCR technique.**

| Sample    | Concentration of DNA of <i>S. mutans</i> in saliva (ng/ $\mu$ L) | Concentration of DNA of <i>S. mutans</i> in dental biofilm (ng/ $\mu$ L) | Number of <i>S. mutans</i> in saliva /mL | Nº of <i>S. mutans</i> in dental biofilm /mL |
|-----------|--|--|--|--|
| C1        | 5  | 0.15   | $1.6 \times 10^7$                        | $4.89 \times 10^5$                           |
| C4        | 3.1  | 4  | $1 \times 10^7$                          | $13 \times 10^6$                             |
| C5        | 0.8  | 0.9  | $2.6 \times 10^6$                        | $2.9 \times 10^6$                            |
| C6        | 0.12   | 0.32   | $3.9 \times 10^5$                        | $1 \times 10^6$                              |
| C7        | 0.4  | 2.1  | $1.1 \times 10^6$                        | $6.8 \times 10^6$                            |
| C8        | 0.5  | 0.6  | $1.6 \times 10^6$                        | $1.9 \times 10^6$                            |
| C9        | 0.08   | 0.03   | $2.6 \times 10^5$                        | $9.7 \times 10^4$                            |
| C10       | 1.62   | 0.07   | $5.2 \times 10^6$                        | $2.2 \times 10^5$                            |
| C11       | 0.1  | 0.14   | $3.2 \times 10^5$                        | $4.5 \times 10^5$                            |
| C12       | 0.05   | 0.09   | $1.6 \times 10^5$                        | $2.9 \times 10^5$                            |
| C13       | 0.13   | 0.4  | $4.2 \times 10^5$                        | $1.3 \times 10^6$                            |
| C14       | 0.14   | 5.125  | $4.5 \times 10^5$                        | $16 \times 10^7$                             |
| C16       | 0.35   | 2.4  | $1.1 \times 10^6$                        | $7.8 \times 10^6$                            |
| C17       | 0  | 0.07   | 0  | $2.2 \times 10^5$                            |
| C18       | 0.02   | 0.02   | $6.5 \times 10^4$                        | $6.5 \times 10^4$                            |
| C20       | 0.03   | 0.03   | $9.7 \times 10^4$                        | $9.7 \times 10^4$                            |
| B26       | 0.02   | 0.02   | $6.5 \times 10^4$                        | $6.5 \times 10^4$                            |
| B27       | 0.02   | 0.06   | $6.5 \times 10^4$                        | $1.9 \times 10^5$                            |
| B28       | 0.02   | 0.03   | $6.5 \times 10^4$                        | $9.7 \times 10^4$                            |
| B29       | 0.02   | 0.01   | $6.5 \times 10^4$                        | $3.2 \times 10^4$                            |
| B21       | 0.02   | 0.01   | $6.5 \times 10^4$                        | $3.2 \times 10^4$                            |
| B25       | 0  | 0  | 0  | 0  |
| B2        | 0  | 0.1  | 0  | $3.2 \times 10^5$                            |
| B4        | 0.01   | 1.6  | $3.2 \times 10^4$                        | $5.2 \times 10^6$                            |
| A7        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| A14       | 0  | 0  | 0  | 0  |
| A21       | 0  | 0.16   | 0  | $5.2 \times 10^5$                            |
| $\bar{x}$ | 0.47   | 0.71   | $14.85 \times 10^5$                      | $74.24 \times 10^5$                          |

La linealidad obtenida para la curva estándar empleada en la cuantificación mediante qPCR (Figura 8) da cuenta de un 98% de eficiencia de la técnica. Por otra parte, el comportamiento de los controles sin templado (NTC) muestra una fluorescencia muy por debajo del umbral mínimo en que fueron cuantificadas las muestras con templado, lo que valida los resultados de cuantificación obtenidos con esta técnica (Figura 9).

The linearity achieved for the standard curve used in quantifying by qPCR (Figure 8) accounts for 98% technique efficiency. On the other hand, the behavior of No Template Controls (NTC) shows fluorescence far below the minimum threshold in which the templated samples were quantified, validating the quantification results obtained with this technique (Figure 9).

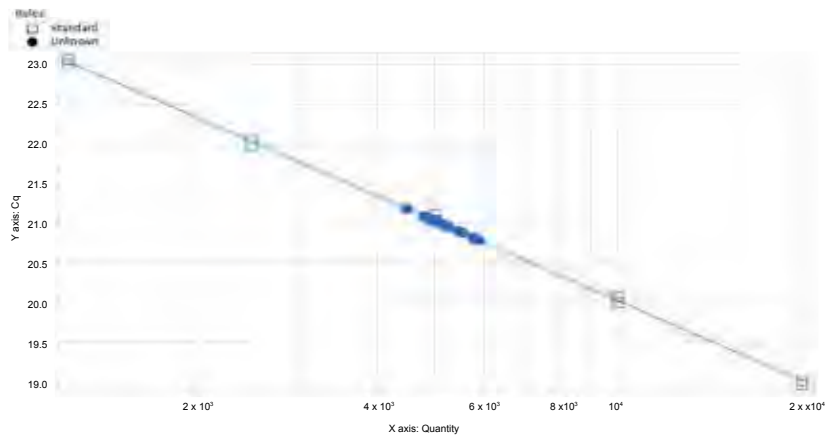


Figura 8. Curva estándar. Gráfica de concentración de DNA a partir del valor cq (ciclo de cuantificación) de la muestra desconocida.

Figure 8. Standard curve. Graph of concentration of DNA starting from the value of cycle of quantification (cq) of the unknown sample.

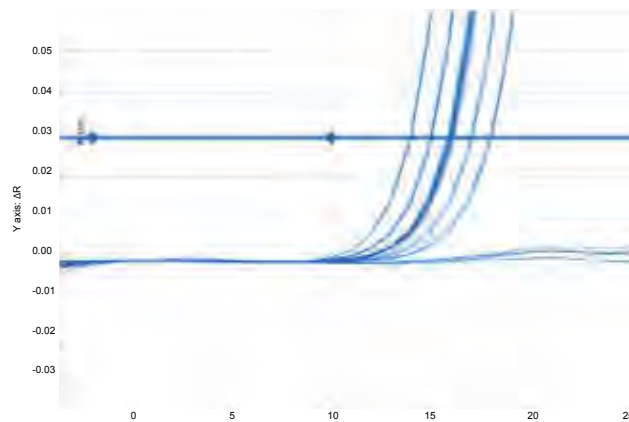


Figura 9. Gráfica de comportamiento de las muestras sin templado (NTC).

Figure 9. Graph of behavior of non-templated samples (NTC).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la amplificación mediante qPCR mostraron un alto porcentaje de eficiencia y un razonable delta entre cada ciclo. El análisis de estos parámetros permite validar los resultados obtenidos, basados en la sensibilidad y exactitud de la técnica, tal como han sido publicados previamente,<sup>24-27</sup> con metodología similar. Por lo tanto, es posible afirmar

## DISCUSSION

The findings yielded by qPCR amplification showed a high percentage of efficiency and a reasonable delta in between cycles. The analysis of these parameters allows validating the results thanks to the sensitivity and accuracy of this technique, as previously published,<sup>24-27</sup> with similar methodology. It is therefore possible to claim

que la metodología presentada identifica y cuantifica la especie *Streptococcus mutans* en muestras de saliva y biopelícula dental.

Las metodologías tradicionales de identificación y cuantificación microbiana utilizan el método de cultivo en placa para detectar la cantidad o la presencia de *S. mutans*, lo cual implica que las muestras se procesen en forma inmediata y no se puedan almacenar por tiempos muy prolongados, imposibilitando que estas se congelen para su acopio y posterior análisis. Adicionalmente, el método de cultivo presenta limitaciones que afectan la precisión y coherencia en la evaluación de la infección por *S. mutans*. Los cultivos muestran ciertos inconvenientes, como un laborioso y prolongado tiempo de procesamiento microbiológico y un menor nivel de sensibilidad. Estas limitaciones dificultan que los métodos de cultivo tradicionales proporcionen evaluaciones microbianas precisas para la identificación y cuantificación de *S. mutans* que se asocia con la determinación de susceptibilidad de caries para los individuos en situación de riesgo.<sup>37</sup>

Además, existe el inconveniente relacionado con el almacenamiento o preservación de los medios de cultivo, que debe garantizar la viabilidad en el tiempo; se debe reducir al mínimo el riesgo de contaminación y permitir que la pureza del cultivo permanezca inalterable.<sup>38</sup>

El traslado de muestras congeladas es el método preferido para transportar y almacenar grandes colecciones de especies microbianas. Estas condiciones aumentan la complejidad y el riesgo de perder la viabilidad de las células para realizar cuantificación mediante la técnica de cultivo tradicional.<sup>39</sup>

Por otra parte, el PCR convencional, o TF, es una técnica cualitativa que solo permite indicar presencia o ausencia de un determinado fragmento de DNA y por ende asociar la presencia o ausencia de un determinado microorganismo. En cambio, la qPCR es una técnica rápida con la que se pueden obtener resultados cualitativos y cuantitativos con facilidad, y que pueden provenir de muestras almacenadas por tiempos muy prolongados.<sup>40</sup>

that this methodology identifies and quantifies *Streptococcus mutans* spp. in saliva and dental biofilm.

The traditional methods for microbial identification and quantification used the method of cultivation on plaque to detect the presence or quantity of *S. mutans*, which implies processing samples immediately without the possibility of storing them for long periods of times or freezing them for later analysis. In addition, the culture method has limitations that affect accuracy and consistency in evaluating infection by *S. mutans*. Cultures show certain disadvantages, such as extended time for microbiological processing and a lower level of sensitivity. These limitations make it difficult for traditional culture methods to provide accurate microbial evaluations to identify and quantify *S. mutans* associated with caries susceptibility in individuals at risk.<sup>37</sup>

In addition, there is the drawback related to storage or preservation of culture agents, which must ensure viability over time; contamination risks should be minimal ensuring that culture purity remains unaffected.<sup>38</sup>

The transportation of frozen samples is the preferred method for moving and storing large collections of microbial species. These conditions increase complexity as well as the risk of losing the viability of cells for quantification with the traditional culture technique.<sup>39</sup>

On the other hand, conventional PCR is a qualitative technique that only allows indicating the presence or absence of a specific fragment of DNA and therefore associating it with presence or absence of a particular microorganism. Instead, qPCR is a quick technique that easily provides qualitative and quantitative results that can come from samples stored for long periods of time.<sup>40</sup>

La qPCR, a pesar de ser más compleja y utilizar equipos de mayor costo y mayor tecnología que los cultivos tradicionales de dilución en serie, es una técnica que, una vez establecida, resulta de menor costo y de mayor rapidez y precisión.<sup>24</sup> A su vez, estas ventajas permiten reducir el costo de laboratorio cuando este examen es solicitado al paciente como complemento para la determinación del riesgo cariogénico individual. Sin embargo, la determinación de la masa inicial de la muestra (saliva y placa bacteriana colectada) es considerada una etapa indispensable para el establecimiento del recuento bacteriano, hecho que determina una debilidad del presente estudio.

La extracción de DNA realizada a partir de las muestras de saliva y biopelícula mostró cierto nivel de degradación, a diferencia del observado en las muestras de cultivo puro de *S. mutans* UA159. La explicación de este fenómeno se encuentra en la diversidad y abundancia del ecosistema oral. Para la resolución de este fenómeno se utilizó RNAasa, lo que permitió aumentar la integridad de las muestras.

La elección del gen blanco, según Ono y colaboradores,<sup>41</sup> se debe a que se describe al gen *spaP* como el que presenta la mayor sensibilidad para la detección de *S. mutans*. Sin embargo, un reciente estudio de cepas provenientes de la población chilena reporta la presencia del gen *gtfB* en el 100% de las cepas de *S. mutans*,<sup>45</sup> mientras que solo el 63% muestra la presencia del gen *spaP*,<sup>42-44</sup> razón que explica la elección del gen *gtfB* para el presente estudio. Sin embargo, este hecho minimiza, pero no garantiza, los defectos en la detección, debido a la posibilidad de encontrar polimorfismo.

La etiopatogenia de la caries dental se ha vinculado tradicionalmente con los desequilibrios de la biopelícula dentaria;<sup>1, 12</sup> sin embargo, para la definición de riesgo de la enfermedad se utilizan conteos de UFC de *S. mutans* en saliva. Esta dicotomía se basaba en la fácil medición volumétrica de la muestra de saliva, respecto de la dificultad para determinar la cantidad de biopelícula dentaria. Actualmente, con las técnicas moleculares es posible cuantificar dicho riesgo en la biopelícula dentaria; por lo tanto, es

Despite being more complex and requiring costly and more advanced equipment in comparison to the traditional method of cultivation in dilution series, once established, qPCR results in lower cost and greater speed and accuracy.<sup>24</sup> These advantages also allow reducing laboratory costs when patients are requested this test as a complement to determine individual cariogenic risk. However, determining the initial sample mass (collected saliva and bacterial plaque) is an essential stage for establishing bacterial count—a fact that appears as a weakness of the present study—.

The extraction of DNA from saliva and biofilm samples showed some level of degradation, contrasting with the observations in samples of pure culture of *S. mutans* UA159. This phenomenon may be explained by the diversity and abundance of the oral ecosystem. RNAasa was used to overcome this problem, thus increasing the integrity of samples.

According to Ono et al,<sup>41</sup> the white gen is chosen because the *spaP* gene is described as the one with the greatest sensitivity to detect *S. mutans*. However, a recent study on strains in Chilean population reported the presence of the *gtfB* gene in 100% of *S. mutans* strains,<sup>45</sup> while only 63% shows the presence of the *spaP* gene,<sup>42-44</sup> which explains the choice of the *gtfB* gene for this study. However, this fact minimizes, but does not guarantee, detection defects, due to the possibility of finding polymorphism.

The etiology of dental caries has been traditionally linked to imbalances in dental biofilm;<sup>1, 12</sup> however, counts of CFU of *S. mutans* in saliva are used to define disease risk. This dichotomy used to be based on the ease of volumetric measurement of saliva samples compared to the difficulty in determining the amount of dental biofilm. Currently, molecular techniques allow quantifying such risk in dental biofilm; therefore, it is

recomendable obtener muestras de biopelícula, dado que esta constituye el nicho natural de *S. mutans* en la cavidad oral. El presente estudio mostró mayor cantidad de *S. mutans* en biopelícula (media  $74,24 \times 10^5$ ) que en saliva (media  $14,85 \times 10^5$ ), lo que constituye una herramienta de mayor precisión para la identificación y cuantificación de *S. mutans* en biopelícula en la etapa de evaluación del riesgo cariogénico.

Finalmente, la adecuada distribución de las diluciones sobre la curva de estandarización indicó precisión procedimental y metodológica en la construcción de la gráfica (se utilizaron los cinco puntos recomendados), lo cual permitió validar las posteriores cuantificaciones efectuadas para cada una de las muestras. Similar rigurosidad se observó en el comportamiento de la fluorescencia bajo el umbral, al analizar los controles sin template, lo que evidenció la ausencia de contaminaciones externas durante los procesos, así como la inexistencia de dímeros de partidores.

## CONCLUSIONES

La metodología desarrollada permite identificar y cuantificar *S. mutans* en muestras de saliva y biopelícula dental almacenadas en frío, de manera específica, sensible y rápida, utilizando partidores específicos. La técnica de qPCR posibilita un mayor volumen de procesamiento de muestras, lo que permite ahorrar tiempo en la obtención de los resultados.

## AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue posible gracias a fondos otorgados por FONIS-CONICYT Chile al proyecto SA-13i20205.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no presentar ningún conflicto de interés directo o indirecto con ninguno de los materiales y equipos utilizados en el presente estudio.

recommended to obtain biofilm samples, since this is the natural niche of *S. mutans* in the oral cavity. The present study showed greater amount of *S. mutans* in biofilm (average  $74.24 \times 10^5$ ) than saliva (average  $14,85 \times 10^5$ ), making it a tool of greater precision for the identification and quantification of *S. mutans* in biofilm during the stage of evaluation of cariogenic risk.

Finally, the appropriate distribution of dilutions on the standardization curve showed the procedural and methodological precision in creating the graph (the five recommended points were used), which allowed validating subsequent quantifications performed for each sample. The same accuracy was observed in the behavior of fluorescence under the threshold in analyzing No Template Controls, demonstrating the absence of external contaminations during the processes, as well as the absence of primer dimers.

## CONCLUSIONS

The used methodology allows identifying and quantifying *S. mutans* in saliva and dental biofilm samples stored in cold, in a specific, sensitive and quick manner, using specific primers. The qPCR technique enables processing a greater volume of samples, which saves time in obtaining results.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was possible thanks to funding provided by FONIS-CONICYT Chile to project SA-13i20205.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any type of direct or indirect conflict of interest with any of the materials and equipment used in the present study.

## CORRESPONDENCIA

Gustavo Moncada, DDS  
Universidad Mayor  
(+56 2) 2328 1710  
gmoncada@adsl.tie.cl  
Alameda Bernardo O'Higgins 2013  
Santiago, Chile

## CORRESPONDING AUTHOR

Gustavo Moncada, DDS  
Universidad Mayor  
(+56 2) 2328 1710  
gmoncada@adsl.tie.cl  
Alameda Bernardo O'Higgins 2013  
Santiago, Chile

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet* 2007; 369(9555): 51-59
2. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century—the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003; 31 Suppl 1: 3-23.
3. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ* 2005; 83(9): 661-669.
4. Urzua I, Mendoza C, Arteaga O, Rodríguez G, Cabello R, Faleiros S et al. Dental caries prevalence and tooth loss in Chilean adult population: first national dental examination survey. *Int J Dent* 2012; 2012. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/810170>.
5. Marsh P, Martin M, Lewis M, Williams D. *Oral microbiology*. 5 ed. Londres: Churchill Livingstone; 2009.
6. Simón-Soro A, Belda-Ferre P, Cabrera-Rubio R, Alcaraz LD, Mira A. A tissue-dependent hypothesis of dental caries. *Caries Res* 2013; 47(6): 591-600.
7. Burne RA. Oral streptococci... products of their environment. *J Dent Res*. 1998; 77(3): 445-452.
8. Rupf S, Merte K, Eschrich K, Kneist S. *Streptococcus sobrinus* in children and its influence on caries activity. *Eur Arch Paediatr Dent* 2006; 7(1): 17-22.
9. Gordan VV, Garvan CW, Ottenga ME, Schulte R, Harris PA, McEdward D et al. Could alkali production be considered an approach for caries control? *Caries Res* 2010; 44(6): 547-554.
10. Liu Y, Dong Y, Chen YY, Burne RA. Environmental and growth phase regulation of the *Streptococcus gordonii* arginine deiminase genes. *Appl Environ Microbiol* 2008; 74(16): 5023-5030.
11. Dong Y, Chen YY, Burne RA. Control of expression of the arginine deiminase operon of *Streptococcus gordonii* by CcpA and Flp. *J Bacteriol* 2004; 186(8): 2511-2514.
12. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res* 2004; 38(3): 182-191.
13. Nauntofte B, Tenovuo JO, Lagerlöf F. Secretion and composition of saliva. En: Fejerskov O, Kidd E (eds). 1 ed. *Dental caries: the disease and its clinical management*. Oxford: Blackwell; 2003. p. 7-27
14. Fejerskov O. *Different concepts of dental caries and their implications*. 2 ed. Copenhagen: Munksgaard; 1994.
15. Facklam R. What happened to the streptococci: overview of taxonomic and nomenclature changes. *Clin Microbiol Rev* 2002; 15(4): 613-630.
16. Nakano K, Nomura R, Nakagawa I, Hamada S, Ooshima T. Demonstration of *Streptococcus mutans* with a cell wall polysaccharide specific to a new serotype, k, in the human oral cavity. *J Clin Microbiol* 2004; 42(1): 198-202.
17. Nakano K, Inaba H, Nomura R, Nemoto H, Takeda M, Yoshioka H et al. Detection of cariogenic *Streptococcus mutans* in extirpated heart valve and atheromatous plaque specimens. *J Clin Microbiol* 2006; 44(9): 3313-3317.
18. Bowen WH, Koo H. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Res* 2011; 45(1): 69-86.

19. Yano A, Konno N, Imai S, Kato H. Inhibitory effects of polysaccharides on the cariogenic activities of *Streptococcus mutans*. *Biosci Biotechnol Biochem* 2012; 76(12): 2313-2316.
20. Napimoga MH, Höfling JF, Klein MI, Kamiya RU, Gonçalves RB. Transmission, diversity and virulence factors of *Streptococcus mutans* genotypes. *J Oral Sci* 2005; 47(2): 59-64.
21. Senneby A, Mejäre I, Sahlin NE, Svensäter G, Rohlin M. Diagnostic accuracy of different caries risk assessment methods. A systematic review. *J Dent* 2015; 43(12): 1385-93.
22. Karjalainen S, Tolvanen M, Pienihäkkinen K, Söderling E, Lagström H, Simell O et al. High sucrose intake at 3 years of age is associated with increased salivary counts of mutans streptococci and lactobacilli, and with increased caries rate from 3 to 16 years of age. *Caries Res* 2015; 49(2): 125-132.
23. Twetman L, Twetman S. Comparison of two chair-side tests for enumeration of Mutans Streptococci in saliva. *Oral Health Dent Manag* 2014; 13(3): 580-583.
24. ChildersNK, OsgoodRC, HsuKL, ManmontriC, MomeniSS, Mahtani HK et al. Real-time quantitative polymerase chain reaction for enumeration of *Streptococcus mutans* from oral samples. *Eur J Oral Sci* 2011; 119(6): 447-454.
25. Al-Robaiy S, Rupf S, Eschrich K. Rapid competitive PCR using melting curve analysis for DNA quantification. *Biotechniques* 2001; 31(6): 1382-1386, 1388.
26. Rupf S, Merte K, Eschrich K. Quantification of bacteria in oral samples by competitive polymerase chain reaction. *J Dent Res* 1999; 78(4): 850-856.
27. Rupf S, Merte K, Kneist S, Al-Robaiy S, Eschrich K. Comparison of different techniques of quantitative PCR for determination of *Streptococcus mutans* counts in saliva samples. *Oral Microbiol Immunol* 2003; 18(1): 50-53.
28. Chen Z, Saxena D, Caufield PW, Ge Y, Wang M, Li Y. Development of species-specific primers for detection of *Streptococcus mutans* in mixed bacterial samples. *FEMS Microbiol Lett* 2007; 272(2): 154-162.
29. Kubista M, Andrade JM, Bengtsson M, Forootan A, Jonák J, Lind K et al. The real-time polymerase chain reaction. *Mol Aspects Med* 2006; 27(2-3): 95-125.
30. Sloots TP, Nissen MD, Ginn AN, Iredell JR. Rapid identification of pathogens using molecular techniques. *Pathology* 2015; 47(3): 191-198.
31. Atieh MA. Accuracy of real-time polymerase chain reaction versus anaerobic culture in detection of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis*: a meta-analysis. *J Periodontol* 2008; 79(9): 1620-1629.
32. Karsai A, Müller S, Platz S, Hauser MT. Evaluation of a homemade SYBR green I reaction mixture for real-time PCR quantification of gene expression. *Biotechniques* 2002; 32(4): 790-792, 794-796.
33. Bustin SA. Quantification of mRNA using real-time reverse transcription PCR (RT-PCR): trends and problems. *J Mol Endocrinol* 2002; 29(1): 23-39.
34. Tricarico C, Pinzani P, Bianchi S, Paglierani M, Distanti V, Pazzagli M et al. Quantitative real-time reverse transcription polymerase chain reaction: normalization to rRNA or single housekeeping genes is inappropriate for human tissue biopsies. *Anal Biochem* 2002; 309(2): 293-300.
35. Taylor SC, Mrkusich EM. The state of RT-quantitative PCR: firsthand observations of implementation of minimum information for the publication of quantitative real-time PCR experiments (MIQE). *J Mol Microbiol Biotechnol* 2014; 24(1): 46-52.
36. Yoshida A, Suzuki N, Nakano Y, Kawada M, Oho T, Koga T. Development of a 5' nuclease-based real-time PCR assay for quantitative detection of cariogenic dental pathogens *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. *J Clin Microbiol* 2003; 41(9): 4438-4441.
37. Boutaga K, van Winkelhoff AJ, Vandenbroucke-Grauls CM, Savelkoul PH. Comparison of real-time PCR and culture for detection of *Porphyromonas gingivalis* in subgingival plaque samples. *J Clin Microbiol* 2003; 41(11): 4950-4954.
38. Weng T, Jin N, Liu L. Differentiation between amplicon polymerization and nonspecific products in SYBR green I real-time polymerase chain reaction. *Anal Biochem* 2005; 342(1): 167-169.
39. Morgan CA, Herman N, White PA, Vesey G. Preservation of micro-organisms by drying; a review. *J Microbiol Methods* 2006; 66(2): 183-193.
40. Espy MJ, Uhl JR, Sloan LM, Buckwalter SP, Jones MF, Vetter EA et al. Real-time PCR in clinical microbiology: applications for routine laboratory testing. *Clin Microbiol Rev* 2006; 19(1): 165-256.
41. Ono T, Hirota K, Nemoto K, Fernandez EJ, Ota F, Fukui K. Detection of *Streptococcus mutans* by PCR amplification of spaP gene. *J Med Microbiol* 1994; 41(4): 231-235.

42. Hata S, Hata H, Miyasawa-Hori H, Kudo A, Mayanagi H. Quantitative detection of *Streptococcus mutans* in the dental plaque of Japanese preschool children by real-time PCR. *Lett Appl Microbiol* 2006; 42(2): 127-131.
43. Choi EJ, Lee SH, Kim YJ. Quantitative real-time polymerase chain reaction for *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus* in dental plaque samples and its association with early childhood caries. *Int J Paediatr Dent* 2009; 19(2): 141-147.
44. Durán-Contreras GL, Torre-Martínez HH, de la Rosa EI, Hernández RM, de la Garza Ramos M. *spaP* gene of *Streptococcus mutans* in dental plaque and its relationship with early childhood caries. *Eur J Paediatr Dent* 2011; 12(4): 220-224.
45. Vásquez S, Lobos O, Padilla C. Presencia de genes de virulencia *gtfB* y *spaP* en *Streptococcus mutans* aislados desde saliva y su relación con el índice COPD y ceod. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral* 2014; 7(2): 65-71.



# COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DESCIMENTACIÓN Y EL TIPO DE FALLA DE TRES CEMENTANTES DE BANDAS EN ORTODONCIA<sup>1</sup>

## COMPARISON OF DEBONDING RESISTANCE AND FAILURE TYPE OF THREE ORTHODONTIC BAND CEMENTS<sup>1</sup>

LILLIANA ANDREA PIEDRA SARMIENTO<sup>2</sup>, MARÍA CLAUDIA ARIZA SALAS<sup>3</sup>,

HUMBERTO JOSÉ GUZMÁN BÁEZ<sup>4</sup>, FERNANDO ZÁRATE CADENA<sup>5</sup>

**RESUMEN. Introducción:** el objetivo de este estudio consistió en comparar la resistencia a la descimentación y el tipo de falla observada en tres materiales utilizados para la cementación de bandas, mediante el dispositivo universal de pruebas y el estereomicroscopio. **Métodos:** se seleccionaron 72 terceros molares inferiores, recolectados de pacientes que requerían exodoncias, a los cuales se les cementaron bandas metálicas con tubo presoldado y grabado interno (Bracket USA, OrthoUSA, USA). Los especímenes fueron distribuidos de forma aleatoria simple en tres grupos, formando un grupo control (fosfato de zinc) y dos grupos experimentales (ionómero de vidrio modificado con resina y resina compuesta modificada con políácido). Todos los especímenes fueron sometidos a un proceso de 2000 ciclos térmicos, para posteriormente realizar la prueba de resistencia a la descimentación en el dispositivo universal de pruebas (Instron 3367 clase 0,5, con celda de carga 0-30 Kn, EE.UU.) a una velocidad de 2 mm/min. Los datos fueron calculados en megapascales, teniendo en cuenta el área de la superficie de la banda (mm<sup>2</sup>). Finalmente, para determinar el tipo de falla se realizó una inspección visual utilizando un estereomicroscopio (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Göttingen, Germany AXIOCAM Carl Zeiss Microimaging, Göttingen, Germany). **Resultados:** en cuanto a la resistencia a la descimentación, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos estudiados (valor  $p = 0,119$ ). El tipo de falla más predominante en los tres materiales cementantes se presentó en la interfase cemento-esmalte, con 61,1%, con una diferencia estadísticamente significativa. **Conclusión:** el fosfato de zinc, el ionómero de vidrio modificado con resina y las resinas compuestas modificadas con políácido presentaron una resistencia similar a la descimentación, y el tipo de falla que predominó en los tres materiales cementantes de bandas se presentó en la interfase cemento-esmalte; sin embargo, para el ionómero de vidrio modificado con resina esto ocurrió en un menor porcentaje.

**Palabras clave:** cemento dental, bandas de ortodoncia, resistencia, descimentación.

Piedra-Sarmiento LA, Ariza-Salas MC, Guzmán-Báez HJ, Zárate-Cadena F. Comparación de la resistencia a la descimentación y el tipo de falla de tres cementantes de bandas en ortodoncia. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 95-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a5>

**ABSTRACT. Introduction:** the objective of this study was to compare the debonding resistance and failure type observed in three materials used for band cementation by means of the universal testing machine and a stereomicroscope. **Methods:** 72 third lower molars were collected from patients who needed extractions; metal bands were cemented on them with a pre-soldered tube and internal etching (Bracket USED, OrthoUSA, USA). The samples were randomly sorted out in three groups, forming a control group (zinc phosphate) and two pilot groups (resin-modified glass ionomer and polyacid-modified composite resin). All samples were subjected to a process of 2000 thermal cycles, and later to a debonding resistance test in the universal testing machine (Instron 3367 class 0.5, with 0-30 Kn load cell, USA) at a speed of 2 mm/min. The data were calculated in megapascals, taking into account the surface area of bands (mm<sup>2</sup>). Finally, to determine failure type, a visual inspection was conducted using a stereomicroscope (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Göttingen, Germany AXIOCAM Carl Zeiss Microimaging, Göttingen, Germany). **Results:** no statistically significant differences were found among the three study groups in terms of debonding resistance ( $p$  value = 0.119). The most predominant failure type in the three cements occurred at the cemento-enamel interphase, with 61.1%, showing a statistically significant difference. **Conclusion:** zinc phosphate, resin-modified glass ionomer and polyacid-modified composite resin showed similar debonding resistance values and the most predominant failure type in the three band cementing materials occurred at the cemento-enamel interface; however, the resin-modified glass ionomer showed a lower percentage.

**Key words:** dental cement, orthodontic bands, debonding.

Piedra-Sarmiento LA, Ariza-Salas MC, Guzmán-Báez HJ, Zárate-Cadena F. Comparison of debonding resistance and failure type of three orthodontic band cements. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 95-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a5>

- 1 Artículo presentado como requisito del residente de posgrado para optar el título de Especialista en Ortodoncia en la Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos (CIEO), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Financiado por la Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos (CIEO).
- 2 Odontóloga, Facultad de Odontología, Institución Universitaria Colegios de Colombia. Colegio Odontológico. Residente de Posgrado en Ortodoncia, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia
- 3 Odontóloga, Facultad de Odontología de la Fundación Universitaria San Martín. Residente de Posgrado en Ortodoncia, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia
- 4 Odontólogo, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. MSc en Biomateriales y Rehabilitación oral: Indiana University, Indianápolis, Estados Unidos. Profesor honorario de la Universidad Nacional de Colombia.
- 5 Odontólogo, Facultad de Odontología, Colegio Odontológico Colombiano, Ortodontista y profesor de CIEO-UNICIEO, Bogotá, Colombia. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia

- 1 Article submitted as a requirement for the graduate intern to earn the title of Orthodontics Specialist at Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos (CIEO), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Funded by Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos (CIEO).
- 2 DMD, School of Dentistry, Institución Universitaria Colegios de Colombia. Colegio Odontológico. Graduate intern in Orthodontics, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia
- 3 DMD, School of Dentistry of Fundación Universitaria San Martín. Graduate intern in Orthodontics, Universidad Militar Nueva Granada, Fundación CIEO, Bogotá, Colombia
- 4 DMD, School of Dentistry, Universidad Nacional de Colombia. MSc in Biomaterials and Oral Rehabilitation: Indiana University, Indianapolis, United States. Honorary Professor at Universidad Nacional de Colombia.
- 5 DMD, School of Dentistry, Colegio Odontológico Colombiano. Orthodontist and Professor at CIEO-UNICIEO, Bogotá, Colombia. Specialist in University Teaching, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

RECIBIDO: OCTUBRE 14/2014 – ACEPTADO: AGOSTO 30/2016

SUBMITTED: OCTOBER 14/2014-ACCEPTED: AUGUST 30/2016

## INTRODUCCIÓN

Las bandas de ortodoncia se han utilizado durante más de cien años y, a pesar de la popularidad de otras técnicas, más del 85% de los ortodoncistas aún las utilizan rutinariamente como aditamentos para los molares. Estas se fijan en su lugar mediante una combinación de retención mecánica y química, como resultado de la estrecha adaptación de la banda al diente y cualquier adhesión proporcionada por el cemento a la banda.<sup>1,2</sup> Las bandas de ortodoncia son sometidas a un gran número de fuerzas en la boca, lo que da como resultado una compleja distribución de tensiones dentro del cemento, en la unión con el esmalte y en el interior mismo de la banda.<sup>3</sup>

Los cementos de ortodoncia están expuestos a agentes químicos presentes en la saliva, alimentos y enjuagues bucales, que pueden acelerar e incrementar la degradación del cemento.<sup>4</sup> Es determinante para el éxito del tratamiento ortodóncico seleccionar un cemento que cumpla con los objetivos deseados; lo más adecuado es que la resistencia a la descementación sea suficiente para mantener la banda en el diente durante todo el tiempo del tratamiento, pero no de una magnitud tal que la superficie del diente se lesione al momento de retirar la banda.

Los materiales para la cementación de bandas de ortodoncia deben llenar satisfactoriamente los espacios adyacentes a ellas, impidiendo parcialmente la acumulación de placa bacteriana. Por lo tanto, la selección debe llevarse a cabo teniendo en cuenta su capacidad para sellar la interfase, garantizar ausencia de efectos locales adversos, proveer estabilidad con los fluidos orales y soportar las fuerzas de compresión y cizallamiento.<sup>5</sup> La presencia de fallas en las bandas da lugar a una serie de problemas potenciales, como malestar local del tejido blando si la banda se desplaza debajo de la encía, visitas no programadas a la consulta, y descalcificación o caries si la falla se presenta en el cemento y pasa desapercibida. Se deben implementar estrategias encaminadas a reducir el riesgo de la desmineralización del esmalte, que con frecuencia se relaciona con el tratamiento de ortodoncia, como la educación del paciente, tratamientos

## INTRODUCTION

Orthodontic bands have been in use for more than one hundred years and, despite the popularity of other techniques, more than 85% of orthodontists still used them routinely as accessories for molars. They are tightly positioned by a combination of mechanical and chemical retention as result of the close adaptation of band to tooth and by any adhesion the cement provides the band with.<sup>1, 2</sup> Orthodontic bands are subjected to many forces in the mouth, resulting in a complex distribution of tensions within the cement, at the bonding with the enamel and in the inside of the band.<sup>3</sup>

Orthodontic cements are exposed to chemical agents present in saliva, food, and mouthwashes, which can accelerate and increase cement degradation.<sup>4</sup> For an orthodontic treatment to be successful, it is essential to select a cement that meets the desired objectives; debonding resistance must be sufficient to maintain the band on the tooth during the entire treatment period, but not as much so that it injures teeth when removing the band.

The cementing materials for orthodontic bands should satisfactorily fill the gaps adjacent to them, preventing the accumulation of dental plaque. Therefore, the selection of a cementing material should consider its capacity to seal the interface, ensure absence of local adverse effects, provide stability with oral fluids, and support compression and shear forces.<sup>5</sup> The presence of failures in bands results in a series of potential problems, such as local distress of soft tissues if the band is displaced below the gingiva, unscheduled dental visits, and demineralization or tooth decay if the failure occurs in the cement and goes unnoticed. The clinician must implement strategies aimed at reducing the risk of enamel demineralization, which often relates to the orthodontic treatment, such as education of patient, treatments

de fluoruro y la selección de materiales cementantes que demuestren un rendimiento clínico satisfactorio; por ello se prefiere utilizar un producto que provea ventajas adicionales, como la liberación de flúor, y que evite la desmineralización del esmalte.<sup>1, 2, 5</sup>

Los materiales cementantes en ortodoncia han evolucionado excepcionalmente. Existen diferentes casas comerciales que ofrecen una gran variedad de ellos, dentro de los cuales podemos encontrar el fosfato de zinc, el ionómero de vidrio convencional (GIC) y el ionómero de vidrio modificado con resina (RMGC). Recientemente se han introducido en el mercado, como cementantes de bandas, las resinas compuestas modificadas con poliácido, con el fin de favorecer la adhesión entre las superficies. Existe gran controversia en diferentes estudios que reportan que las resinas compuestas modificadas con poliácido se desempeñan de igual forma que los ionómeros de vidrio convencionales y los ionómeros de vidrio modificados con resina; otros autores reportan resistencias bajas a la descementación.

Aguilar y colaboradores refieren que los cementos más usados para cementar bandas en molares son los ionómeros de vidrio convencionales (CGI), los cuales tienen algunas ventajas, como liberación e ingesta de flúor constante, inhibición microbiana, adhesión química a esmalte y metal, bajo coeficiente térmico de expansión y baja solubilidad.<sup>6</sup>

Actualmente, los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina (RMGIC) parecen ofrecer el mejor balance entre la liberación de flúor, la ingesta de flúor en el ambiente oral y la mayor durabilidad clínica para pacientes con alto riesgo de caries. Ellos son fotopolimerizados, alcanzando su máxima resistencia en menor tiempo, y parecen ser más resistentes que los ionómeros de vidrio convencionales (CGI).<sup>6</sup>

Williams y colaboradores refieren que las resinas compuestas modificadas con poliácido proporcionan un mayor radio de grupos metacrilato, permitiendo así mayor entrecruzamiento dentro de la matriz de resina; estos materiales tienen mejores propiedades físicas y mecánicas en comparación con los cementos de ionómero de vidrio

with fluoride, and the selection of cementing materials with satisfactory clinical performance; this is why it is necessary to use a product that provides additional advantages, such as fluoride release, and that avoids enamel demineralization.<sup>1, 2, 5</sup>

Orthodontic cementing materials have evolved exceptionally. There are various manufacturers that offer a variety of such materials, including zinc phosphate, conventional glass ionomer (CGI) and resin-modified glass ionomer (RMGI). Polyacid-modified composite resins have recently emerged in the market favoring cementation among surfaces. There is a great deal of controversy among studies reporting that polyacid-modified composite resins perform similarly to conventional glass ionomers and resin-modified glass ionomer; other authors report low debonding resistance.

Aguilar et al suggest that the most commonly used material for cementing bands on molars are conventional glass ionomers (CGI), which have some advantages, such as a constant release and intake of fluoride, microbial inhibition, chemical adhesion to enamel and metal, low coefficient of thermal expansion, and low solubility.<sup>6</sup>

Currently, resin-modified glass ionomers (RMGI) seem to offer the best balance between fluoride release, fluoride intake in the oral environment, and the greatest clinical durability for patients with high risk of caries. They are light-cured, reaching maximum resistance in less time, and seem to be more resistant than conventional glass ionomers (CGI).<sup>6</sup>

Williams et al claim that polyacid-modified composite resins provide a greater ratio of methacrylate groups, allowing increased cross-linking inside the resin matrix; these materials have improved physical and mechanical properties compared with resin-modified glass ionomer

modificados con resina, los cuales incluyen fuerzas tensionales y compresivas más altas, absorción de agua más baja, y una tasa equivalente de liberación de flúor.<sup>7</sup>

Los cementos usados en la actualidad cuentan con algunas limitaciones que pueden producir la descementación de las bandas durante el tratamiento con aparatología fija, ocasionando retrasos en el tratamiento y pérdida de tiempo y dinero para el operador y el paciente, y aumentando el riesgo de caries y descalcificación del tejido dental. Debido a la importancia de contar con un cementante de bandas óptimo que ofrezca una mayor retención y fuerza tensil, se considera determinante conocer y probar las características de los diferentes materiales usados con frecuencia en nuestra práctica diaria. Durante la evolución de los tratamientos de ortodoncia, es importante conservar las estructuras dentales y los tejidos blandos, así como garantizar una retención y un sellamiento adecuados, que permitan mantener la banda unida al diente durante todo el tratamiento ortodóncico y minimizar inconvenientes durante su ejecución. El objetivo del presente estudio consistió en comparar la resistencia a la descementación y el tipo de falla observada en tres materiales utilizados para la cementación de bandas, mediante el dispositivo universal de pruebas y el estereomicroscopio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio experimental *in vitro*. La muestra se constituyó por terceros molares inferiores humanos extraídos con fines ortodóncicos, a los cuales se les cementaron bandas metálicas de ortodoncia, con el objetivo de comparar su resistencia y definir el tipo de falla que se presentó en el momento de su descementación. El tamaño de la muestra se definió estadísticamente; la fórmula permitió calcular una muestra de veinticuatro (24) especímenes por grupo (terceros molares inferiores), con una confianza del 95%, una potencia del 90% y un error del 3,6%. Los especímenes fueron distribuidos de forma aleatoria simple en tres grupos, formando un grupo control y dos grupos experimentales, para un total

cements, including higher tension and compressive forces, lower water absorption, and an equivalent rate of fluoride release.<sup>7</sup>

The cements used currently have some limitations that can cause the debonding of bands during treatment with orthodontic brackets, causing treatment delays and loss of time and money for both operator and patient, and increasing the risk of tooth decay and demineralization of dental tissue. Due to the importance of having optimal bands cementation that offers greater retention and tensile strength, it is critical to know and test the characteristics of the diverse materials frequently used in our daily practice. During the evolution of orthodontic treatments, it is important to keep dental structures and soft tissues, as well as guarantee appropriate retention and sealing, allowing band bonding to the tooth during the entire orthodontic treatment, minimizing inconveniences during the process. The goal of the present study was to compare the debonding resistance and failure type observed in three materials commonly used for band cementation, by means of the universal testing machine and a stereomicroscope.

## MATERIALS AND METHODS

This was an *in vitro* experimental study with a sample of human third lower molars extracted for orthodontic reasons, to which metal orthodontic bands were cemented, with the objective of comparing their resistance and defining the failure types occurring at the moment of debonding. The sample size was statistically defined; the formula allowed calculating a sample of twenty-four (24) samples per group (third lower molars), with a confidence interval of 95%, a power of 90%, and an error rate of 3.6%. The samples were randomly distributed in three groups, forming a control group and two pilot groups, for a total

de 72 especímenes. En este estudio se incluyeron terceros molares inferiores con indicación de extracción y con integridad coronal. Se excluyeron los especímenes con fracturas, caries, anomalías de forma, restauraciones en todas las superficies exceptuando la oclusal, o anomalías de estructura que afectaran el esmalte, como amelogenesis imperfecta, hipoplasia o hipocalcificación.

Para el grupo control se usó el cemento de fosfato de zinc (Stocemt, Stodent-Int, Bogotá, Colombia); para el grupo experimental 1 se usó un cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji Ortho, American Inc, Tokio, Japón), y para el grupo experimental 2 se usó resina compuesta modificada con poliácido (Transbond™ Plus, 3M Unitek, Minnesota, EEUU).

Para el desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo las siguientes fases y procedimientos:

**Recolección y almacenamiento de la muestra.** Previa aprobación del protocolo de investigación por el comité de ética de la institución, se les explicó a los pacientes el consentimiento informado, como donantes de sus terceros molares, el cual fue aceptado y firmado. La recolección de los especímenes se realizó durante un periodo de 6 meses aproximadamente. Se obtuvieron de la práctica privada de los investigadores y de diferentes clínicas odontológicas de la ciudad de Bogotá y Zipaquirá, Cundinamarca, en pacientes que requerían exodoncias de terceros molares inferiores. Después de realizar la exodoncia, se removieron los restos orgánicos, se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio al 0,5%, se lavaron con abundante agua y se almacenaron en solución de Cloramina T (la tosylcloramida de sodio es una sal de sodio usada como desinfectante para evitar su contaminación), a temperatura ambiente. Se procedió a la selección de los terceros molares inferiores que cumplieran con los criterios de inclusión, cada uno de los cuales fue colocado en una base rectangular de acrílico autopolimerizable de 15 x 15 mm de ancho y 20 mm de alto, siendo esta la medida estandarizada de acuerdo a la mordaza y base del dispositivo universal de pruebas (Instron 3367 clase 0,5, con celda de carga 0-30 kN, EE.UU.). Una vez polimerizado el acrílico, fueron nuevamente

of 72 samples. The study included third lower molars requiring extraction and with coronal integrity. The exclusion criteria were: samples with fissures, cavities, shape anomalies, restorations in all the surfaces except the occlusal, or anomalies of structure affecting the enamel, such as amelogenesis imperfecta, hypoplasia, or hypomineralization.

The control group was treated with phosphate zinc cement (Stocemt, Stodent-Int, Bogotá, Colombia); pilot group 1 was treated with a resin-modified glass ionomer cement (GC Fuji Ortho, American Inc, Tokyo, Japan), and pilot group 2 with polyacid-modified composite resin (Transbond™ Plus, 3M Unitek, Minnesota, USA).

The following phases and procedures were used for the present research project:

**Sample collection and storage.** After approval of the research protocol by the Ethics Committee of the institution, patients were explained the informed consent as donors of their molars, which they accepted and signed. Sample collection was conducted during a period of about 6 months, obtaining samples from the researchers' private practice and from various dental clinics of the cities of Bogotá and Zipaquirá, Cundinamarca, in patients requiring extraction of third lower molars. Following extraction, organic remains were removed, disinfecting with 0.5% sodium hypochlorite solution, rinsing with plenty of water, and storing at room temperature in Chloramine T solution (sodium tosylchloramide is a sodium salt used as disinfectant). The third lower molars meeting the inclusion criteria were selected and each was placed on a rectangular base of self-curing acrylic of 15 x 15 mm in width and 20 mm in height—the standardized measure according to the grips and base of the universal testing machine (Instron 3367 class 0.5, with 0-30 Kn load cell, USA)—. Once the acrylic was photo-cured, they were

sumergidos en Cloramina T, con el fin de evitar la deshidratación del tejido dentario.

Selección de las bandas y cementación. Este procedimiento lo realizó un solo operador para eliminar la influencia de la variabilidad. Se procedió a seleccionar las bandas metálicas de ortodoncia (Bracket USA, OrthoUSA, USA). Como no se encontraron bandas para terceros molares inferiores, se usaron bandas de primeros molares inferiores con superficie de fijación interna grabada y tubo presoldado en la superficie vestibular. Se tomaron las bandas entre las tallas 35+, 36, 36+ y 37. Antes de colocar las bandas, cada espécimen fue sometido a profilaxis con solución de bicarbonato de sodio en agua, utilizando una pieza de baja velocidad con cepillo profiláctico. Las muestras se lavaron por 30 segundos y finalmente se secaron con aire a presión por 10 segundos; luego fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos iguales, cada uno constituido por 24 especímenes (terceros molares inferiores). El grupo control fue cementado con fosfato de zinc (Stocemt, Stodent-Int, Bogotá, Colombia). Se preparó el cemento de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Una vez lista la mezcla, se tomó un FP3 y se esparció el material por las partes internas de las bandas cubriendo todas las superficies; una vez cargadas las bandas, se tomó un asentador de bandas y bajo presión manual fueron cementadas. El exceso de cemento fue retirado con un FP3. La cementación del segundo grupo se realizó con ionómero de vidrio modificado con resina (GC Fuji Ortho, American Inc, Tokio, Japón). Se preparó el cemento de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Una vez lista la mezcla, se tomó un aplicador plástico y se esparció el material por las partes internas de las bandas cubriendo todas las superficies internas. Una vez cargadas las bandas, se tomó un asentador de bandas y bajo presión manual fueron cementadas. El exceso de cemento fue retirado con un FP3, y se esperó que polimerizara aproximadamente 5 minutos y medio desde el inicio de la mezcla. Por último, la cementación del tercer grupo se realizó con la resina compuesta modificada con poliácido. (Transbond™ Plus, 3M Unitek, Minnesota, EEUU). La punta angular se dirigió al interior de la banda y se aplicó

submerged in Chloramine T one more time, to prevent dehydration of dental tissue.

Selection of bands and cementation. This procedure was made by a single operator to avoid the influence of variability. The orthodontic metal bands were selected (Bracket USA, OrthoUSA, USA). As bands for third lower molars were not found, we used bands for first lower molars with etched internal fixation surface and pre-soldered pipe on the vestibular surface. Bands of sizes 35+, 36, 36+ and 37 were selected. Before attaching the bands, each sample was subjected to prophylaxis with sodium bicarbonate solution in water, using a low speed piece with prophylactic brush. The samples were rinsed for 30 seconds and finally dried with compressed air for 10 seconds; then they were randomly distributed into three groups, each with of 24 samples (third lower molars). The control group was cemented with zinc phosphate (Stocemt, Stodent-Int, Bogotá, Colombia), which was prepared following the manufacturer's recommendations. Once the mix was ready, an FP3 was used to spread the material on the bands' internal areas covering all surfaces; once the bands were loaded, a band seater was used to cement the samples with hand pressure. Excess cement was removed with an FP3. The second group was cemented with resin-modified glass ionomer (GC Fuji Ortho, American Inc, Tokyo, Japan), which was prepared following the manufacturer's recommendations. Once the mix was ready, a plastic applicator was used to spread the material through the internal parts of the bands covering all internal surfaces. Once the bands were loaded, a band seater was used to cement the band with hand pressure. Excess cement was removed with an FP3 instrument, waiting for 5 and a half minutes for it to light cure. Finally, the third group was cemented with polyacid-modified composite resin (Transbond™ Plus, 3M Unitek, Minnesota, USA). The angular tip was pointed to the inside of the band, applying

el adhesivo directamente sobre toda la superficie interna. Se procedió a colocar las bandas en los dientes tomando un asentador de bandas, y bajo presión manual fueron cementadas. Con un FP3 se limpiaron los excesos del adhesivo, que visualmente eran de color azul, y se fotopolimerizó el cemento durante 12 segundos en su parte oclusal, con una lámpara de tipo LED de intensidad 1600 mW/cm<sup>2</sup> (Ortholux™ Luminous, 3M Unitek, Minnesota, EEUU). Todos los especímenes fueron luego almacenados en solución salina por un periodo de 2 meses.

**Ciclaje térmico.** Todos los especímenes fueron sometidos a un proceso de 2000 ciclos térmicos en el termociclador diseñado y fabricado en la Facultad de Odontología de la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá, Colombia), con el fin de simular los cambios térmicos que se producen en la cavidad oral. Las especificaciones del equipo son las siguientes: voltaje nominal de 120V, corriente nominal de 53 amp, ancho de 46 cm, largo de 87 cm, altura corriente de 60 cm, capacidad del tanque de 2000 cc, capacidad de cubas de 2100 cc. El equipo de termociclado consta de dos compartimentos, los cuales se llenaron con agua a diferentes temperaturas. En esta investigación se utilizaron temperaturas de 55 °C como máxima y de 5 °C como mínima. Los dientes se colocaron dentro de una malla, la cual fue sostenida por un brazo del equipo, realizando un movimiento de traslado automáticamente de un compartimento a otro. El tiempo de inmersión de los especímenes fue de 15 segundos y el tiempo de traslado de 5 a 7 segundos. Terminado el ciclaje térmico, todos los especímenes fueron nuevamente almacenados en solución salina durante un mes.

**Prueba mecánica.** Se realizó la prueba de resistencia a la descementación de las bandas ortodóncicas empleando el dispositivo universal de pruebas (Instron 3367 clase 0,5, con celda de carga 0-30 Kn, EE.UU.), en el laboratorio de pruebas del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia). La prueba se efectuó a temperatura ambiente y cada espécimen se sujetó desde la base de acrílico en la mordaza inferior, mientras que en la mordaza superior se colocó un aditamento, el cual fue diseñado por los estudiantes,

the adhesive directly on the entire inner surface. The bands were attached to the teeth using a band seater, cementing with hand pressure. An FP3 instrument, was used to clean excess adhesive, which was of a blue shade; the cement was photo-cured for 12 seconds on its occlusal side, with a LED lamp of 1600 mW/cm<sup>2</sup> in intensity (Ortholux™ Luminous, 3M Unitek, Minnesota, USA). All samples were then stored in saline solution for a period of 2 months.

**Thermal cycling.** All samples were subjected to a process of 2000 thermal cycles in the thermal cyclor designed and manufactured at the School of Dentistry of Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá, Colombia) to simulate the thermal changes produced in the oral cavity. These are the specifications of the device: 120V nominal voltage, 53 amp nominal current, 46 cm in width, 87 cm in length, 60 cm in current height, 2000 cc tank capacity, 2100 cc well capacity. The device has two compartments, which were filled with water at different temperatures. The temperatures used were 55 °C as maximum and 5 °C as minimum. The teeth were placed in a mesh that was supported by an arm of the equipment, performing an automatic transfer movement from one compartment to another. The samples were submerged for 15 seconds with a transfer time of 5 to 7 seconds. Following thermal cycling, all samples were again stored in saline solution for one month.

**Mechanical testing.** The test of debonding resistance of the orthodontic bands was conducted with a universal testing machine (Instron 3367 class 0.5, with a cell load of 0-30 Kn, USA) at the testing laboratory of the Department of Mechanical Engineering of Universidad de los Andes (Bogota, Colombia). The test was conducted at room temperature and each sample was fastened from the acrylic base to the lower grip, while an accessory was placed on the upper grip; this accessory was designed by the students

que constó de un tornillo metálico con un diámetro de 10 mm por 10 cm de alto. En la parte inferior se soldó un gancho, el cual funcionó como pinza para retirar la banda. Este aditamento simula el procedimiento clínico lo más parecido posible. Este aditamento fue ubicado debajo del borde gingival del tubo vestibular presoldado, realizando una fuerza en dirección oclusal, hasta que la banda fuera desprendida en su totalidad, a una velocidad de 2mm/min. Los datos se procesaron con el programa Blue Hill II y los registros se obtuvieron en Newtons (N); posteriormente fueron convertidos en megapascales (MPa), teniendo en cuenta el área de la superficie de banda (mm<sup>2</sup>), para poder realizar el análisis de la fuerza entre los diferentes grupos.

**Estereomicroscopía.** Para determinar el tipo de falla que se presentó, un solo operador observó la superficie de fijación interna de la banda y del esmalte de todos los especímenes utilizando un estereomicroscopio (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Göttingen, Germany) que se encuentra conectado la AXIOCAM (Carl Zeiss Microimaging GmbH 37081, Göttingen, Germany), ubicado en la Fundación CIEO (Bogotá, Colombia), con una magnificación de 10X. Para establecer el tipo de falla observado, se usó la clasificación propuesta por Knox y colaboradores,<sup>8</sup> la cual cataloga el sitio de falla como:

- 0 = Volúmenes iguales de cemento sobre la superficie del esmalte y de la superficie interna de la banda, falla cohesiva.
- 1 = La mayor parte de la falla está en la unión cemento-metal, falla adhesiva.
- 2 = La mayor parte de la falla está en la unión cemento-esmalte, falla adhesiva.

Se realizaron las pruebas estadísticas Box Plot y Bonferroni, Shapiro Wilk, ANOVA una vía, chi- cuadrado, Fischer y Sommer's D por medio del Programa estadístico libre RV. 3.1, 2014.

Este estudio fue avalado por el Comité de Ética de la Investigación de la fundación CIEO, mediante acta del 23 de febrero de 2014.

and consisted of a metal screw with 10 mm in diameter and 10 cm in height. A hook was soldered to the lower part, working as a clamp to remove the band. This accessory simulates the clinical procedure as close as possible, and was placed below the gingival edge of the pre-soldered vestibular tubule with a force in occlusal direction until detaching the band in its entirety, to a speed of 2 mm / min. The data were processed on the Blue Hill II software and the records were registered in Newtons (N), which were later converted into megapascals (MPa), taking into account the band's surface area (mm<sup>2</sup>), to later perform the analysis of forces among the three groups.

**Stereomicroscopy.** To determine the type of failure that occurred, a single operator observed the surface of internal bonding of band and enamel in all the samples by means of a stereomicroscope (Stemi 2000 C, Carl Zeiss, Göttingen, Germany) which was connected the AXIOCAM (Carl Zeiss Microimaging GmbH, 37081 Göttingen, Germany) located at Foundation CIEO (Bogotá, Colombia), with a magnification of 10X. To determine failure type, we used the classification proposed by Knox et al,<sup>8</sup> which classifies site failure as follows:

- 0 = Equal volumes of cement on the enamel surface and the band's inner surface: cohesive failure.
- 1 = Most part of failure occurs at the cementum-metal interface: adhesive failure.
- 2 = Most part of failure occurs at the cementum-enamel interface: adhesive failure.

The following statistical tests were conducted: Box Plot and Bonferroni, Shapiro Wilk, one way ANOVA, Chi-square, and Fischer & Sommer's D by means of the free statistical program RV 3.1, 2014.

This study was approved by the Research Ethics Committee of Foundation CIEO, by affidavit of February 23, 2014.



## RESULTADOS

Al comparar los promedios de resistencia a la descementación, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos (valor  $p = 0,119$ ). El mayor valor de resistencia a la descementación lo presentó el grupo control (fosfato de zinc), con fuerzas de 55 MPa, seguido por el grupo experimental 1 (ionómero de vidrio modificado con resina), con fuerzas de 49,2 MPa y el grupo experimental 2 (resina compuesta modificada con poliácido), con fuerzas de 46,3 MPa (Figura 1).

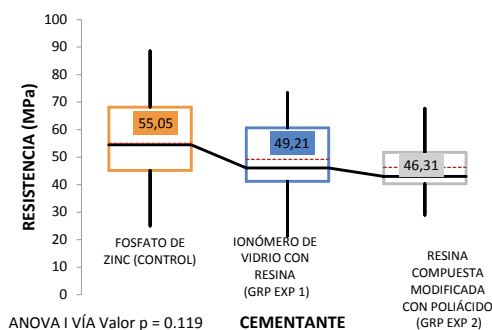


Figura 1. Comparación de la resistencia a la descementación de tres cementantes en bandas

Para establecer el tipo de falla, se realizó inspección visual en el estereomicroscopio a cada uno de los especímenes. Se encontró que para el grupo control el tipo de falla cohesiva 0 se presentó en un 12,5%, con un total de 3 especímenes, para el tipo de falla cemento-metal 1 se presentó en un 25% con un total de 5 especímenes, y para el tipo de falla cemento-esmalte 2 se presentó en un 62,5% con un total de 15 especímenes. Para el grupo experimental 1, el tipo de falla cohesiva 0 se presentó en un 20%, con un total de 5 especímenes. Para el tipo de falla cemento-metal 1, se presentó en un 33% con un total de 8 especímenes, y para el tipo de falla cemento-esmalte 2 se presentó en un 47% con un total de 11 especímenes. Para el grupo experimental 2, el tipo de falla cohesiva 0 se presentó en un 20%, para un total de 5 especímenes. Para el tipo de falla cemento-metal 1, se presentó en un 4%, para un total de 1 espécimen, y para el tipo de falla cemento-esmalte 2 se presentó en un 76% para un total de 18 especímenes.

## RESULTS

The comparison of debonding resistance averages did not yield statistically significant differences among the three groups ( $p$  value = 0.119). The highest debonding resistance value was found in the control group (zinc phosphate), with forces of 55 MPa, followed by pilot group 1 (resin-modified glass ionomer), with forces of 49.2 MPa and pilot group 2 (polyacid-modified composite resin), with forces of 46.3 MPa (Figure 1).

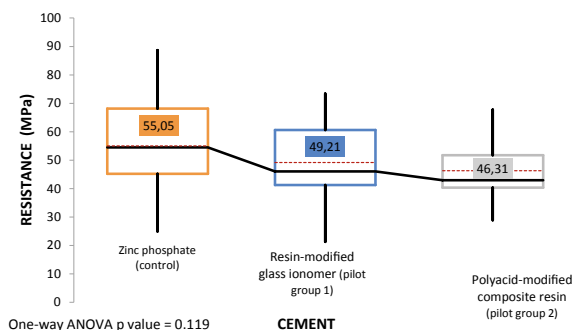
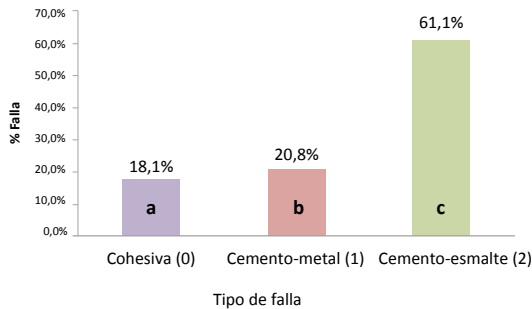


Figure 1. Comparison of debonding resistance of three band cementing agents

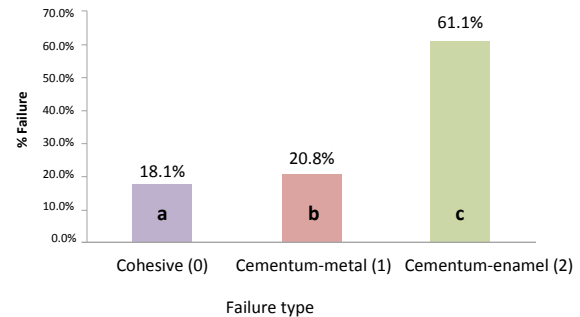
To establish failure type, a visual observation of each sample was conducted on the stereomicroscope, finding out that in the control group, cohesive 0 failure occurred in 12.5%, with a total of 3 samples, the cementum-metal 1 failure occurred in 25% with a total of 5 samples, and the cementum-enamel 2 failure occurred in 62.5% with a total of 15 samples. In pilot group 1, cohesive 0 failure occurred in 20%, with a total of 5 samples; cementum-metal 1 failure occurred in 33% with a total of 8 samples, and cementum-enamel 2 failure occurred in 47% with a total of 11 samples. In pilot group 2, cohesive 0 failure occurred in 20%, for a total of 5 samples; cementum-metal 1 failure occurred in 4%, for a total of 1 sample, and cementum-enamel 2 failure occurred in 76% for a total of 18 samples.

Por lo tanto, se puede determinar que el tipo de falla que más se observó en los tres cementantes de bandas fue cemento-esmalte 2 (61,1%), presentando una diferencia estadísticamente significativa, mientras que el tipo de falla cohesiva (18,1%) y el tipo de falla cemento-metal 1 (20,8%) se presentaron en un menor porcentaje (Figura 2).

It can be concluded then that the most common failure type in the three band cementing agents was cementum-enamel 2 (61.1%), with a statistically significant difference, while cohesive (18.1%) and cementum-metal 1 (20.8%) failure types occurred in lower percentages (Figure 2).



Chi cuadrado para proporciones  $p=6.8E-09$ , letras diferentes implican diferencias significativas



Chi square test of proportions  $p = 6.8E-09$ , different letters mean significant difference.

Figura 2. Distribución general del tipo de falla

Se procedió a hacer el análisis comparativo intragrupo, según el tipo de falla presentado en los tres cementantes de bandas. Se encontró que para el grupo control (fosfato de zinc) existe una diferencia estadísticamente significativa, predominando el tipo de falla cemento-esmalte 2 (62,5%). En cuanto al tipo de falla cemento-metal 1 (25%) y cohesiva (12,5%), se presentaron en un menor porcentaje. Con respecto al grupo experimental 1 (ionómero de vidrio modificado con resina), se observaron diferencias estadísticamente significativas para el tipo de falla cemento-esmalte 2, el cual se presentó con valores mayores de 47%, mientras que el tipo de falla cohesiva 0 se presentó con un valor menor de 20%. El tipo de falla cemento-metal no presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tipos de fallas nombrados anteriormente. Por último, para el grupo experimental 2 (resina compuesta modificada con poliácido) existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tres tipos de falla, predominando el tipo de falla cemento-esmalte 2, con valores mayores de 76%. Los tipos de falla cemento-metal (4%) y cohesiva (20%) se presentaron relativamente bajos (Figura 3).

Figure 2. Overall distribution per failure type

Next was the intragroup comparative analysis, depending on failure types observed in the three band cementing agents. We found out that the control group (zinc phosphate) had a statistically significant difference, with predominance of cementum-enamel 2 failure (62.5%). Cementum-metal 1 (25%) and cohesive (12.5%) failure types had a lower percentage. Concerning pilot group 1 (resin-modified glass ionomer), there were statistically significant differences for cementum-enamel 2 failure type, with values higher than 47%, while cohesive 0 failure type had a value lower than 20%. The cementum-metal failure type did not show statistically significant differences in comparison to the other two failure types. Finally, for pilot group 2 (polyacid-modified composite resin) there was a statistically significant difference between the three failure types, with predominance of cementum-enamel 2 failure type, with values over 76%. The cementum-metal (4%) and cohesive (20%) failure types were relatively low (Figure 3).

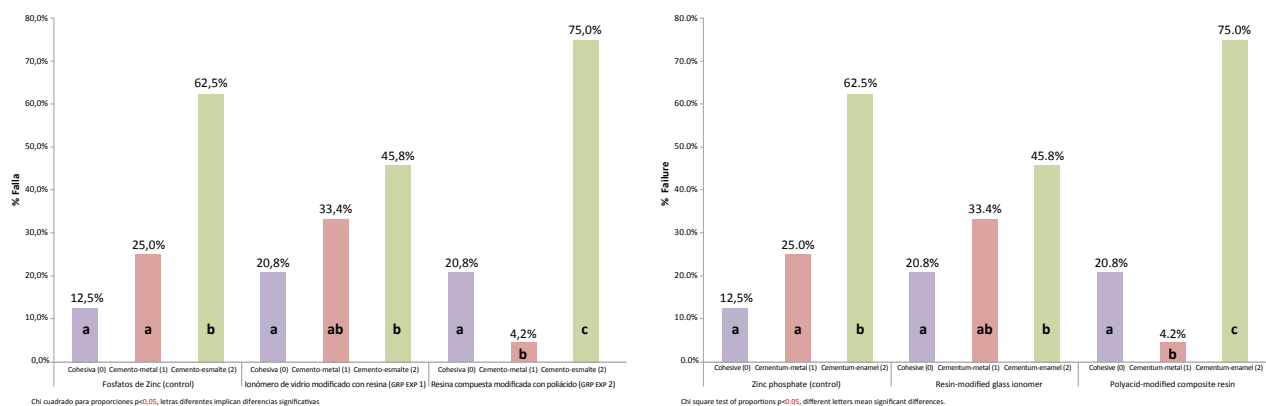


Figura 3. Comparación intragrupo del tipo de falla de tres cementantes en bandas

Figure 3. Intragroup comparison of failure type in three band cementing agents

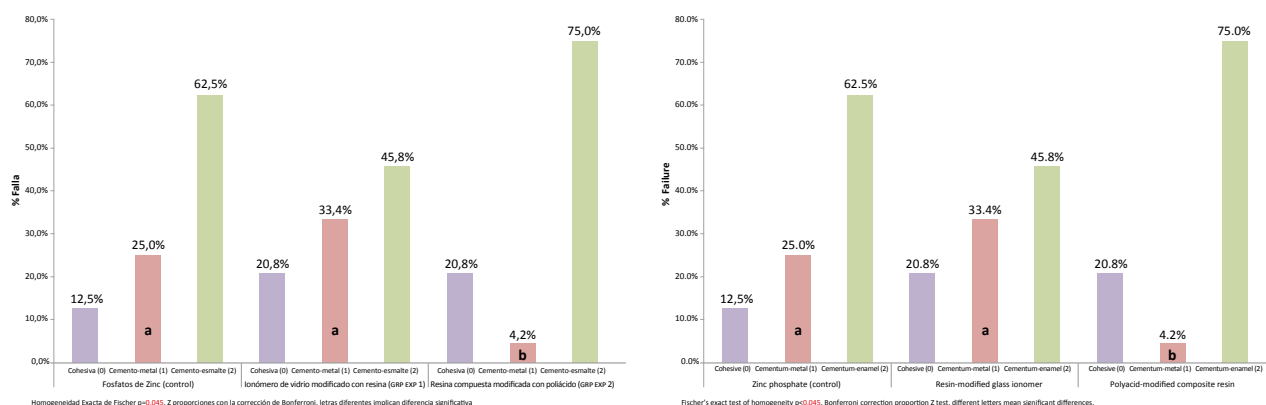


Figura 4. Comparación intergrupo del tipo de falla de tres cementantes en bandas

Figure 4. Intergroup comparison of failure type in three band cementing agents

En el análisis comparativo intergrupo del tipo de falla se aplicó la prueba de homogeneidad de proporciones por exacta de Fischer, en el cual se obtuvo como resultado que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.045$ ); se aplicó entonces la prueba  $Z$  de proporciones con corrección de Bonferroni, para determinar dónde estaba la diferencia, y se encontró que la falla cohesiva 0 y la falla cemento-esmalte 2 no presentaron diferencias estadísticamente significativas en los tres materiales cementantes. Sin embargo, para el tipo de falla cemento-metal 1 se encontró una diferencia estadísticamente significativa, observando valores menores (4%) en el grupo experimental 2

The intergroup comparative analysis of failure type was conducted with Fischer's exact test of homogeneity of proportions, which yielded a statistically significant difference ( $p = 0.045$ ). The Bonferroni correction proportion  $Z$  test was then used to determine where the difference was, finding out that cohesive failure 0 and cementum-enamel 2 failure types did not show statistically significant differences in the three cementing materials. However, there was a statistically significant difference in the cementum-metal 1 failure type, with lower values (4%) in pilot group 2

(resina compuesta modificada con poliácido) y valores mayores (25%) en el grupo control (fosfato de zinc) y en el grupo experimental 1 (33%), ionómero de vidrio modificado con resina (Figura 4).

Se efectuó un análisis de correspondencia múltiple entre cemento, tipo de falla y resistencia a través de la aplicación Sommer's D, la cual reportó que la falla cohesiva 0 se presentó en cualquiera de los tres materiales cementantes y tiende a presentarse con fuerzas que van de 69 a 79 MPa. La falla cemento-metal 1 se asocia significativamente con el ionómero de vidrio modificado con resina a fuerzas que van de 44 a 78 MPa. La falla cemento-esmalte 2 tiende a presentarse significativamente en cemento de resina compuesta modificada con poliácido, con fuerzas que van de 20 a 43 MPa; por último, el fosfato de zinc tiende a presentar cualquier tipo de falla con fuerzas de 56 a 67 MPa (Figura 5).

(polyacid-modified composite resin) and higher values in the control group—zinc phosphate—(25%) and in pilot group 1—resin-modified glass ionomer—(33%) (Figure 4).

A multiple correspondence analysis was performed among cement, failure type and resistance by means of the Somers' D test, showing that the cohesive 0 failure occurred in any of the three cementing materials and tends to have forces ranging from 69 to 79 MPa. The cementum-metal 1 failure type is significantly associated with the resin-modified glass ionomer at forces ranging from 44 to 78 MPa. The cementum-enamel 2 failure tends to occur especially in the polyacid-modified composite resin cement with forces ranging from 20 to 43 MPa; finally, zinc phosphate tends to show any failure type with forces of 56 to 67 MPa (Figure 5).

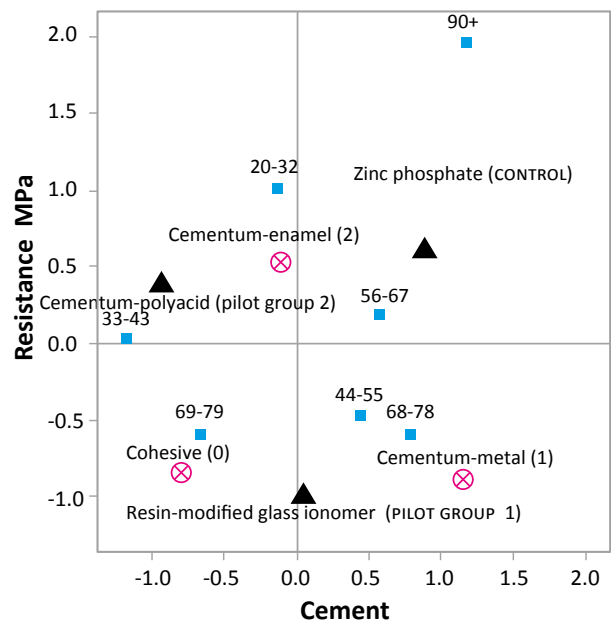
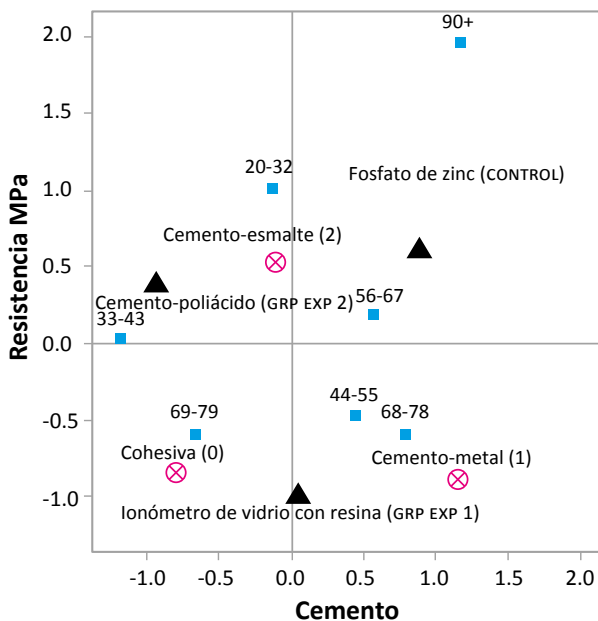


Figura 5. Análisis de correspondencia múltiple entre cemento, tipo de falla y resistencia

Figure 5. Multiple correspondence analysis among cement, failure type and resistance

## DISCUSIÓN

La prueba mecánica fue realizada con el equipo de pruebas Instron, en el cual se efectuó la descementación con una fuerza en sentido gingivo-oclusal a una velocidad de 2 mm/min, que es un promedio reportado en la literatura.<sup>2, 8-11</sup> Clark y colaboradores emplearon velocidades de 2 mm/min,<sup>2</sup> Millett y colaboradores utilizaron 1 mm/min,<sup>9</sup> Knox y colaboradores 1 mm/min,<sup>8</sup> Sfondrini y colaboradores 1 mm/min,<sup>10</sup> y Caglaroglu y colaboradores 1 mm/min.<sup>11</sup> Esta es una variable importante a tener en cuenta, puesto que a mayor velocidad, mayores valores de resistencia a la descementación.

Este estudio demostró que no existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la resistencia a la descementación entre los tres materiales cementantes, lo que indica que el fosfato de zinc, el ionómero de vidrio modificado con resina y las resinas compuestas modificadas con políácido son capaces de demostrar una resistencia similar a la descementación de bandas. Sin embargo, es importante resaltar que la fuerza presentada en el cemento fosfato de zinc alcanzó un promedio más alto de 55 MPa. Estos resultados se pueden deber a que el fosfato de zinc tiene mayor retención mecánica por ser un cemento más denso, produciendo una traba mecánica, lo cual podría aumentar la resistencia a la descementación, como lo corrobora Guzmán en el año 2006.<sup>12</sup> Otros autores, como Millett y colaboradores en el 2005, y Caglaroglu y colaboradores en el 2014, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la descementación. Esto pudo deberse a que en sus estudios tomaron como materiales cementantes los ionómeros de vidrio convencional y el ionómero de vidrio modificado con resinas. Teniendo en cuenta que no utilizaron fosfato de zinc, sus resultados concuerdan con lo observado en la presente investigación, en la que sí se utilizó el fosfato de zinc como material cementante.<sup>11, 13</sup>

En el presente estudio se observó que las fuerzas de resistencia a la descementación obtenidas fueron más altas que las reportadas en la literatura revisada, ya que el punto de aplicación de la fuerza fue generado sobre una sola superficie. Este hallazgo difiere con algunos

## DISCUSSION

The mechanical test was carried out with an Instron device, debonding with a force in a gingival-occlusal direction to a speed of 2 mm/min—an average that has been reported in the literature—.<sup>2, 8-11</sup> Clark et al used speeds of 2 mm/min,<sup>2</sup> Millett et al used 1 mm/min,<sup>9</sup> Knox et al 1 mm/min,<sup>8</sup> Sfondrini et al 1 mm/min,<sup>10</sup> and Caglaroglu et al 1 mm/min.<sup>11</sup> It is important to keep this variable in mind, since the higher the speed, the higher the values of debonding resistance.

This study showed that there are no statistically significant differences in terms of debonding resistance among the three cementing materials, suggesting that zinc phosphate, resin-modified glass ionomer, and polyacid-modified composite resin all have similar resistance values to band debonding. However, it is important to note that the force shown by zinc phosphate reached a higher average of 55 MPa. These results may be explained because zinc phosphate has higher mechanical retention properties as it is a thicker cement, producing mechanical strength, which could increase debonding resistance, as shown by Guzman in 2006.<sup>12</sup> Other authors, such as Millett et al in 2005 and Caglaroglu et al in 2014, found no statistically significant differences in debonding resistance. This may have happened because they used conventional glass ionomer and resin-modified glass ionomer as cementing agents in their studies. Taking into account that they did not use zinc phosphate, their results are consistent with what was observed in the present study, which did use zinc phosphate as a cementing material.<sup>11, 13</sup>

The present study showed that the obtained forces of debonding resistance were higher than those reported in the reviewed literature, since force was applied on a single surface. This finding differs from

estudios previos,<sup>7, 8, 13</sup> en los que los rangos de las fuerzas de resistencia a la descementación fueron menores ya que el punto de aplicación de la fuerza involucró dos superficies.<sup>10, 11</sup>

La técnica de descementación de las bandas utilizada en el presente estudio fue similar a la empleada por Clark y colaboradores, en cuyo estudio el punto de aplicación de la fuerza fue en una sola superficie en dirección oclusal. Por otro lado, es importante aclarar que la unidad de medida arrojada por el equipo de prueba correspondió a Newtons (N); fue necesario mantener esta unidad de medida para poder realizar una comparación con el estudio de Clark y colaboradores.<sup>2</sup>

En el presente estudio se utilizaron como materiales cementantes fosfato de zinc, ionómero de vidrio modificado con resina y resina compuesta modificada con poliácido; el valor promedio de la resistencia a la descementación fue de 100,9 N. En el 2003, Clark y colaboradores<sup>2</sup> utilizaron cemento polifosfonato de vidrio e ionómero de vidrio convencional, así como bandas de superficie lisa; los valores promedio obtenidos fueron de 37,73 N y 61,43 N, respectivamente. Sin embargo, el rango de fuerza obtenido en este estudio sigue siendo mayor, posiblemente porque se utilizó cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, así como bandas con grabado interno, lo que favorece la resistencia a la descementación.<sup>1, 2</sup>

Teniendo en cuenta la composición química de cada material cementante, es importante destacar que las resinas compuestas modificadas con poliácido evitan la previa preparación del sustrato dentario para favorecer la adhesión entre las superficies; esto se da gracias al ácido cítrico dimetacrilato. En este estudio, el tipo de falla que predominó en el grupo de resina compuesta modificada con poliácido se presentó en la interfase cemento-esmalte 2 con un valor del 76%. Esto puede deberse a que el ácido cítrico dimetacrilato se encuentra en concentraciones bajas y no produce una preparación de la superficie adecuada para que la resina se adhiera a la superficie del diente. Ello contrasta con los resultados de Caglaroglu y colaboradores en el año 2014,<sup>11</sup> quienes utilizaron como agentes cementantes las resinas compuestas

previous studies,<sup>7, 8, 13</sup> in which the ranges of debonding forces were lower as the point of application of forces involved two surfaces.<sup>10, 11</sup>

The band debonding technique used in this study was similar to that used by Clark et al, whose study used a point of application of force on a single surface in an occlusal direction. On the other hand, it is important to clarify that the unit of measure used was expressed in Newtons (N); it was necessary to keep this unit of measure for comparison with the study by Clark et al.<sup>2</sup>

The cementing materials used in this study were zinc phosphate, resin-modified glass ionomer, and polyacid-modified composite resin; the average debonding resistance value was 100.9 N. In 2003, Clark et al<sup>2</sup> used polyphosphate glass cement and conventional glass ionomer, as well as bands with smooth surfaces; the average values they obtained were 37.73 N and 61.43 N, respectively. However, the force range obtained in this study is still higher, possibly because of the use of resin-modified glass ionomer and bands with internal etching, which favors debonding resistance.<sup>1, 2</sup>

Concerning the chemical composition of each cementing material, it is important to highlight that polyacid-modified composite resins avoid the prior preparation of the tooth substrate to favor adherence between surfaces; this occurs due to the dimethacrylate citric acid. In this study, the predominant failure type in the group subjected to polyacid-modified composite resin occurred in the cementum-enamel interface 2 with a value of 76%. This may be explained because of the low concentrations of dimethacrylate citric acid which prevent adequate surface preparation for the resin to adhere to dental surface. This contrasts with the findings by Caglaroglu et al in 2014,<sup>11</sup> who used polyacid-modified composite resin

modificadas con poliácido, y la falla predominante ocurrió en la interfase cemento-banda. Quizá ello se debió a que utilizaron una técnica de descementación diferente, y a que el proceso de envejecimiento térmico se realizó en condiciones diferentes a las del presente estudio.

En el presente estudio, para el material cementante ionómero de vidrio modificado con resina, se encontró que el tipo de falla con mayor frecuencia ocurrió en la interfase cemento-esmalte 2, con 47%; Knox y colaboradores, en el año 2004,<sup>8</sup> reportaron diferentes resultados, ya que el ionómero de vidrio modificado con resina (Fujiortho) demostró que el tipo de falla con mayor prevalencia se presentó en la interfase cemento-metal. Este resultado se pudo haber debido a que la técnica de descementación utilizada fue diferente, así como el proceso de envejecimiento térmico, en comparación con el presente estudio. Por otro lado, en este estudio se observó que el tipo de falla de mayor prevalencia que se presentó con el material cementante fosfato de zinc ocurrió en la interfase cemento-esmalte 2 (62,5%); así mismo, Knox y colaboradores, en el año 2004,<sup>8</sup> reportaron que el tipo de falla encontrado en el fosfato de zinc ocurrió en la interfase cemento-esmalte. Teniendo en cuenta que el fosfato de zinc utilizado en el presente estudio corresponde a una marca diferente a la utilizada en el estudio de Knox y colaboradores, se puede decir que la similitud de los resultados se debe a que el cemento fosfato de zinc no posee propiedades adhesivas al tejido dentario, como tampoco a los metales.<sup>12</sup>

En cuanto al tipo de falla cohesiva, en la presente investigación ocurrió en los tres materiales cementantes observados, y no hubo diferencias estadísticamente significativas. Esto difiere de los hallazgos de Sfondrini y colaboradores en el año 2010,<sup>10</sup> quienes obtuvieron como resultado que los tipos de falla presentados se dieron en la interfase cemento-metal y cemento-esmalte, y no hubo ningún tipo de falla en la interfase del material. Esto pudo deberse a que la clasificación del tipo de falla para cada estudio es diferente.

as cementing agents, and the predominant failure occurred in the cementum-band interface. Perhaps this was because they used a different debonding technique, and the thermal aging process was conducted under different conditions to the ones in the present study.

In our study, we found out that the predominant failure type with the resin-modified glass ionomer occurred in the cementum-enamel 2 interphase, with 47%. In 2004, Knox et al<sup>8</sup> reported different results, since the resin-modified glass ionomer (Fujiortho) showed that the most prevalent failure type occurred in the cementum-metal interface. Perhaps this was because they used a different debonding technique, and the thermal aging process was conducted under different conditions to the ones in the present study. On the other hand, this study found out that the most prevalent failure type with zinc phosphate occurred in the cementum-enamel 2 interface (62.5%); similarly, in 2004 Knox et al<sup>8</sup> reported that the failure type found with zinc phosphate occurred in the cementum-enamel interface. Considering that the phosphate zinc used in the present study was of a different brand to that used in the study by Knox et al, it can be said that the similarity in results is explained because zinc phosphate cement does not have adhesive properties to the dental tissue, nor to metals.<sup>12</sup>

Concerning cohesive failure, in this study it occurred in the three cementing materials under evaluation, with no statistically significant differences. This differs from the findings by Sfondrini et al in 2010,<sup>10</sup> who found out that the failure types occurred in the cementum-metal and cementum-enamel interfaces, and there were no failures in the material's interface. This can be explained because failure type classification is different in each study.

El ciclaje térmico es un método *in vitro* utilizado para simular cambios térmicos que se producen en la cavidad oral al comer, beber y respirar.<sup>11</sup> En este estudio se realizó un proceso térmico para simular los cambios del medio oral. Al revisar la literatura, se encontró que, según lo reportado por Lacouture y colaboradores, el método utilizado fue envejecimiento por almacenamiento.<sup>14</sup>

Clinicamente, el tipo de falla que puede ser favorable en los tratamientos de ortodoncia sería el tipo de falla cohesiva, ya que produciría una resistencia suficiente para mantener la banda adherida al diente durante todo el tiempo del tratamiento. Para la conservación del esmalte dental, el tipo de falla conveniente sería la de cemento-metal, debido a que el cemento protegería al tejido dentario de lesiones cariogénicas.

Se debe hacer referencia a la alta validez clínica de la presente investigación, debido a la rigurosidad de la técnica implementada, mediante la cual se realizó ciclaje térmico para simular las condiciones de la cavidad oral; así mismo, la cementación de las bandas fue realizada por un mismo operador previamente entrenado y la descementación efectuada simuló la utilizada clínicamente, en la que la fuerza se aplica en la cara vestibular de la banda, todo lo anterior con el fin de evitar el sesgo del estudio.

## CONCLUSIONES

La resistencia a la descementación de bandas fue semejante en los tres tipos de cementantes, fosfato de zinc, ionómero de vidrio modificado con resina, y resina compuesta modificada con poliácido.

El tipo de falla que más se observó en los tres cementantes de bandas se presentó en la interfase cemento-esmalte.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Thermal cycling is an *in vitro* method for simulating the thermal changes occurring in the oral cavity when eating, drinking, and breathing.<sup>11</sup> This study conducted a thermal process to simulate changes in the oral environment. In reviewing the literature, we found out that, as reported by Lacouture et al, the method they used was aging by storage.<sup>14</sup>

Clinically, the failure type that can be favorable in orthodontic treatments is cohesive failure, since it would produce enough resistance to keep the band attached to the tooth during the entire treatment period. For the conservation of dental enamel, the convenient failure type would be the cementum-metal one, since the cement would protect dental tissue from cariogenic lesions.

It is important to note the high clinical validity of the present study due to the rigor of the implemented technique, performing thermal cycling to simulate the conditions of the oral cavity; similarly, the cementation of bands was performed by a same operator previously trained and the debonding process simulated the one commonly performed in clinical conditions, where the force is applied on the vestibular surface of bands; all this was intended to avoid bias in this study.

## CONCLUSIONS

Resistance to band debonding was similar in all three types of cementing materials, zinc phosphate, resin-modified glass ionomer, and polyacid-modified composite resin.

The most prevalent failure type observed in the three band cementing materials occurred in the cementum-enamel interface.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.



**CORRESPONDENCIA**

Humberto José Guzmán B. M.S.D.  
 UniCIEO  
 (+57) 315 387 1090  
 hguzman105@gmail.com  
 Carrera 5A. #118-10  
 Bogotá, Colombia.

Fernando Zárate Cadena  
 Facultad de Odontología, Colegio Odontológico  
 Colombiano  
 (+571) 619 1673, (+57) 300 217 6861  
 ayz97@hotmail.com  
 Calle 105A #14-92, of 409  
 Bogotá, Colombia.

**CORRESPONDING AUTHOR**

Humberto José Guzmán B. M.S.D.  
 UniCIEO  
 (+57) 315 387 1090  
 hguzman105@gmail.com  
 Carrera 5A. #118-10  
 Bogotá, Colombia.

Fernando Zárate Cadena  
 Facultad de Odontología, Colegio Odontológico  
 Colombiano  
 (+571) 619 1673, (+57) 300 217 6861  
 ayz97@hotmail.com  
 Calle 105A #14-92, of 409  
 Bogotá, Colombia.

**REFERENCIAS / REFERENCES**

- Hodges SJ, Gilthorpe MS, Hunt NP. The effect of micro-etching on the retention of orthodontic molar bands: a clinical trial. *Eur J Orthod* 2001; 23(1): 91-97.
- Clark JR, Ireland AJ, Sherriff M. An in vivo and ex vivo study to evaluate the use of a glass polyphosphonate cement in orthodontic banding. *Eur J Orthod* 2003; 25(3): 319-323.
- Millett D, Mandall N, Hickman J, Mattick R, Glenny AM. Adhesives for fixed orthodontic bands. A systematic review. *Angle Orthod* 2009; 79(1): 193-199.
- Toledano M, Osorio R, Osorio E, Aguilera FS, Romeo A, de la Higuera B et al. Sorption and solubility testing of orthodontic bonding cements in different solutions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006; 76(2): 251-256.
- Van de Sande FH, Silva AF, Michelon D, Piva E, Cenci MS, Demarco FF. Surface roughness of orthodontic band cements with different compositions. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(3): 223-227.
- Aguiar DA, Ritter DE, Rocha R, Locks A, Borgatto AF. Evaluación de las propiedades mecánicas de cinco cementos para cementación de bandas ortodónticas. *Braz Oral Res* 2013; 27(2): 136-141.
- Williams PH, Sherriff M, Ireland AJ. An investigation into the use of two polyacid-modified composite resins (compomers) and a resin-modified glass poly (alkenoate) cement used to retain orthodontic bands. *Eur J Orthod* 2005; 27(3): 245-251.
- Knox J, Chye KY, Durning P. An ex-vivo evaluation of resin-modified glass polyalkenoates and polyacid-modified composite resins as orthodontic band cements. *J Orthod* 2004; 31(4): 323-328.
- Millett DT, Cummings A, Letters S, Roger E, Love J. Resin-modified glass ionomer, modified composite or conventional glass ionomer for band cementation?—an in vitro evaluation. *Eur J Orthod* 2003; 25(6): 609-614.
- Sfondrini MF, Cacciafesta V, Noga E, Scribante A, Klersy C. In vitro bond strength evaluation of four orthodontic cements. *J Adhes Dent* 2010; 12(2): 131-135.
- Caglaroglu M, Sukurica Y, HG Gurel, Keklik H. A comparison of shear bond strengths of six orthodontic cements. *J Orthod* 2014; 2(1): 17-20.
- Guzmán HJ. Biomateriales odontológicos de uso clínico 5 ed. Bogotá: ECOE Ediciones; 2013. p. 51, 92-95.
- Millett DT, Doubleday B, Alatsaris M, Love J, Wood D, Luther F, Devine D. Chlorhexidine-modified glass ionomer for band cementation? An in vitro study. *J Orthod* 2005; 32(1): 36-42.
- Lacouture L, Mendoza J, Rivera R. Efectos del ciclaje térmico en la fuerza y tipo de falla adhesiva en esmalte humano. [Tesis de Posgrado]. [Bogotá]: Universidad Militar Nueva Granada – Fundación Centro de Investigación y Estudios Odontológicos CIEO; 2012. p. 22.

---

# CENTRO DE PRESIÓN PLANTAR Y BALANCE POSTURAL EN FUNCIÓN DE LA ANTEPOSICIÓN DE CRÁNEO<sup>1</sup>

## PLANTAR CENTER OF PRESSURE AND POSTURAL BALANCE ACCORDING TO HEAD ANTEPOSITION<sup>1</sup>

PAMELA LEÓN MOLINA<sup>2</sup>, PATRICIO PINCHEIRA-BARBÉ<sup>2</sup>, ALFREDO GARY-BUFADEL<sup>3</sup>,

EDWIN CONTRERAS-ACEVEDO<sup>3</sup>, RAÚL FRUGONE-ZAMBRA<sup>3</sup>

**RESUMEN. Introducción:** el balance postural se evidencia en las variaciones que pueda sufrir el centro de presión plantar (COP) debido a disturbios internos o externos. El objetivo del presente trabajo consistió en determinar el límite de anteposición de cráneo, en un sentido antero-posterior, a que puede estar sometido un sujeto sin que se modifique significativamente el centro de presión plantar y el balance postural, para lo cual se realizó un estudio preexperimental. **Métodos:** se obtuvo una muestra por conveniencia conformada por 30 hombres sanos, posturalmente alineados, entre 20 y 25 años de edad ( $22,6 \pm 1,88$ ). Se excluyeron los sujetos consumidores de medicamentos que afectan la postura y el balance, que practicaron actividad física intensa las 24 horas previas al estudio o que sufrían patologías de columna y miembros inferiores. Se siguió la declaración de Helsinki y se firmó un consentimiento informado. Para determinar el COP en posición ortostática se utilizó una plataforma de fuerza Kistler® modelo 9286BA. Se les solicitó a los sujetos adoptar una posición bípeda sobre la plataforma. Se ubicó una plomada por sobre el tragus, entre el sujeto y el observador, y se grabó la oscilación durante 30 segundos. El experimento se repitió al inducir progresivamente una anteposición de cráneo hasta alcanzar los 5 centímetros. Para contrastar la hipótesis nula se utilizó el test de Wilcoxon. **Resultados:** el promedio del desplazamiento del centro de presión plantar en posición ortostática, según la raíz media cuadrática en el eje x, fue de 0,25170 y en el eje y fue de 0,34987. Con 1 cm de anteposición de cabeza inducida, el centro de presión plantar varió significativamente a 0,23031 en el eje x y a 0,36576 en el eje y. **Conclusión:** el mínimo desplazamiento anterior de cráneo desde el cual se modifica significativamente el centro de presión plantar y el balance postural corresponde a 1 cm.

**Palabras clave:** equilibrio postural, balance postural, postura.

León-Molina P, Pincheira-Barbé P, Gary-Bufadel A, Contreras-Acevedo E, Frugone-Zambra R. Centro de presión plantar y balance postural en función de la anteposición de cráneo. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 112-122. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a6>

---

**ABSTRACT. Introduction:** balance posture is noticeable in the variations occurring on the plantar center of pressure (COP) due to internal or external disorders. The objective of this study was to determine the limit of head anteposition in an antero-posterior direction to which a subject may be exposed to without significant modifications to plantar center of pressure and postural balance, conducting a pre-experimental study. **Methods:** a convenience sample of 30 healthy male subjects with aligned posture aged 20 to 25 years ( $22.6 \pm 1.88$ ) was selected. The following subjects were excluded: individuals taking drugs that affect posture and balance, who practiced intense physical activity 24 hours prior to the study or who suffered any disease of spine and lower extremities. The study complied with the Declaration of Helsinki and an informed consent was signed. To determine COP in orthostatic position, a force plate (Kistler model 9286BA) was used. Subjects were requested to take a bipedal position on the plate. A plumb line was placed over the tragus, in between subject and observer, recording oscillations for 30 seconds. The experiment was repeated by gradually inducing a head anteposition until reaching 5 centimeters. The Wilcoxon test was used to prove the null hypothesis. **Results:** the average displacement from the plantar center of pressure in orthostatic position per root mean square on the x-axis was 0,25170 and on the y-axis was 0,34987. With 1 cm of induced head anteposition, the plantar center of pressure varied significantly to 0,23031 on the x-axis and 0,36576 on the y-axis. **Conclusion:** the minimum anterior displacement of skull significantly modifying the plantar center of pressure and postural balance is 1 cm.

**Key words:** postural equilibrium, postural balance, posture.

León-Molina P, Pincheira-Barbé P, Gary-Bufadel A, Contreras-Acevedo E, Frugone-Zambra R. Plantar center of pressure and postural balance according to head anteposition. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28 (1): 112-122. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a6>

---

1 Trabajo presentado como requisito para optar al grado de licenciado en odontología.

2 Universidad del Desarrollo, Concepción, Chile.

3 Universidad de La Serena, Chile.

---

1 Paper submitted as a requirement to apply to the degree of Bachelor in Dentistry

2 Universidad del Desarrollo, Concepción, Chile

3 Universidad de La Serena, Chile

## INTRODUCCIÓN

La anteposición y la flexo extensión de la cabeza pueden generar cambios posturales a nivel mandibular y postural general,<sup>1-6</sup> con el consecuente cambio en la actividad muscular para mantener el balance.<sup>7</sup> Todo movimiento corporal produce actividad músculo-esquelética, y también obedece a ella, para lo cual debe existir un equilibrio muscular en posición estática (la actividad es dinámica pero la medición se realiza en un momento que es estático), a partir del cual se genera el desplazamiento de los elementos anatómicos (dinámica) involucrados en él, como respuesta ya sea a la volición o a la percepción inconsciente del estímulo que lo demande.<sup>8</sup> Hernández, en 1995,<sup>9</sup> argumenta que “la bipedestación no es un equilibrio en el sentido físico del término, sino un desequilibrio permanente constantemente compensado. Este equilibrio relativamente estable representa la solución personal que el sujeto ha encontrado a su problema de estabilidad”. El balance postural es un proceso complejo que requiere de la integración de diversas fuentes de información sensorial y motora a nivel central. Hernández considera que es necesario reflexionar sobre los procesos de equilibrio desde cuatro perspectivas:<sup>9</sup> la biomecánica, la biológica, la psicológica y la de la estructura motriz. Es decir, para mantener una postura bípeda balanceada, la línea bipupilar debe encontrarse paralela al piso. En los seres humanos actúa el sentido del equilibrio, que está regido por receptores posturales ubicados en el sistema vestibular, visual y propioceptivo.<sup>10-13</sup> Estos entregan información aferente y eferente a las cadenas musculares cinéticas: una anterior de predominio flexora y una posterior de predominio extensora.<sup>14</sup> Moreno<sup>15</sup> explica que los pies representan el primer eslabón de las cadenas cinéticas, siendo esta la unidad funcional que estabiliza el resto del aparato locomotor. Además, constituye la base de sustentación, lo cual permite evaluar el balance postural mediante el análisis del centro de presión plantar.<sup>15</sup>

Al evaluar el balance postural<sup>16</sup> se observa que la extensión de la cabeza aumenta la oscilación postural en sujetos normales, en función de una serie de situaciones o condiciones neuro-anatómicas.

## INTRODUCTION

Anteposition and flexion-extension of the head can create postural changes of the mandible and postural changes in general,<sup>1-6</sup> with subsequent changes in muscle activity to keep balance.<sup>7</sup> All body movements produce muscle-skeletal activity, and at the same time respond to it, and therefore there should exist muscle balance in static position (the activity is dynamic but the measurement is performed at a static moment), producing the displacement of the involved anatomical elements (dynamics), as a response to either volition or to the unconscious perception of the stimulus requiring it.<sup>8</sup> In 1995, Hernández<sup>9</sup> argued that “bipedalism is not balance in the physical sense of the term, but a constant imbalance constantly compensated. This relatively stable balance represents the subject’s solution to his problem of stability”. Postural balance is a complex process requiring the participation of various sources of central sensory and motor information. Hernández claims that the process of balance needs to be considered from four perspectives:<sup>9</sup> biomechanical, biological, psychological, and motor structure. This means that, to maintain a balanced bipedal posture, the bilateral pupil line should be parallel to the floor. In humans, there is the sense of balance, which is governed by postural receptors located in the vestibular, visual, and proprioceptive systems.<sup>10-13</sup> These provide afferent and efferent information to the kinetic muscle chains: an anterior chain with flexion predominance and a posterior chain with extension predominance.<sup>14</sup> Moreno<sup>15</sup> explains that feet represent the first link of the kinetic chains, being the functional unit that stabilizes the rest of the locomotive apparatus. It is also the base of lift, which allows evaluating postural balance through the analysis of the plantar center of pressure.<sup>15</sup>

In evaluating postural balance,<sup>16</sup> one may note that the extension of the head increases postural oscillation in normal subjects, in connection to several situations or neuro-anatomical conditions.

Los músculos cervicales contienen 5 a 80 veces un mayor número de husos musculares que los músculos de las extremidades inferiores<sup>17</sup> y están bien equipados propioceptivamente para detectar ligeros cambios en la posición de la cabeza.<sup>11</sup> La propiocepción forma parte de una de las cuatro modalidades de la sensibilidad somática,<sup>18</sup> todas ellas mediadas por un sistema de receptores y unas vías de transmisión al cerebro. El término propiocepción fue acuñado por Sherrington en 1906 al denominar como propioceptivas aquellas señales sensitivas generadas por los propios movimientos del cuerpo al activar los receptores localizados en músculos, tendones, articulaciones y piel.<sup>19</sup> Por otro lado, esos receptores no solo informan de los movimientos en sí, sino de la tensión muscular, la posición y la orientación de las distintas articulaciones y segmentos corporales.

Este estudio busca evaluar si en sujetos sanos, frente a cambios de posición del cráneo, se produce una modificación significativa del centro de presión plantar y del balance postural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de evaluar las variaciones en el centro de presión plantar y el consecuente balance postural frente a la inducción de anteposición de cráneo, se realizó un estudio preexperimental de corte transversal en 30 sujetos de sexo masculino, entre 20 y 25 años de edad, sin anteposición de cráneo, de una altura no menor a 1,65 m y no mayor a 1,85 m. Se siguieron los acuerdos de Helsinki y los protocolos de bioseguridad y sanitarios correspondientes. El tamaño muestral se obtuvo utilizando una desviación estándar estimada de 0,22 cm,<sup>20</sup> con un 95% de confianza. Todos los sujetos participaron de forma voluntaria en el estudio y se les entregó información verbal sobre su participación, la cual ellos aprobaron firmando un consentimiento informado donde afirmaban entender completamente las características del estudio. Una vez firmado, se procedió a la toma de datos. Un investigador del área excluyó a los sujetos que por alguna condición no eran capaces de mantener su cuerpo en una posición ortostática balanceada, es decir:

The neck muscles contain 5 to 80 times more muscle spindles than the muscles of the lower extremities<sup>17</sup> and are proprioceptively well equipped for detecting light changes in the position of the head.<sup>11</sup> Proprioception is part of one of the four modes of somatic sensitivity,<sup>18</sup> which are all mediated by a system of receptors and some routes of transmission to the brain. The term proprioception was coined by Sherrington in 1906 by defining as proprioceptive all those sensory signals generated by body movements in activating the receptors located in muscles, tendons, joints and skin.<sup>19</sup> On the other hand, those receptors not only report on the movement itself, but on muscle tension, posture, and orientation of joints and body segments.

This study seeks to evaluate whether healthy subjects facing changes in skull position experience a significant modification in plantar center of pressure and postural balance.

## MATERIALS AND METHODS

To evaluate variations in plantar center of pressure and the subsequent postural balance in the presence of induced head anteposition, a pre-experimental cross-sectional study was conducted in 30 male subjects aged 20 to 25 years, with no head anteposition, measuring 1.65 m to 1.85 m in height. This study followed the Helsinki Declaration and the corresponding protocols of biosecurity and health standards. The sample size was obtained using an estimated standard deviation of 0.22 cm,<sup>20</sup> with 95% confidence interval. All subjects voluntarily participated in the study and were provided oral information on their participation, which they approved by signing an informed consent stating that they completely understood the characteristics of the study. Once they signed the consent, data were collected. One researcher excluded subjects who due to any conditions were unable to keep their bodies in a balanced orthostatic position, that is to say,

con rotación anterior de hombros y manos en prono. También se excluyeron las siguientes personas: pacientes con patología muscular, presencia de enfermedad degenerativa muscular, alteraciones de la alineación de la columna cervical, sujetos con genu valgo y genu varo, sujetos con pie plano y cavo, o con respirador bucal y personas del sexo femenino o con sobrepeso.

Se invitó a participar a alumnos de la Universidad del Desarrollo, Concepción, Chile, utilizando las redes sociales de internet. Los sujetos interesados en participar fueron evaluados según los criterios de inclusión y exclusión para conformar la muestra. La posición ortostática de la cabeza se determinó por la coincidencia del tragus y el acromion frente a una plomada y se aceptó una anteposición de cráneo cuyo límite se estableció por la coincidencia entre el borde posterior del pabellón auricular y el acromion.

Se seleccionaron 30 sujetos de modo consecutivo. A cada sujeto seleccionado se le invitó a subir descalzo a la plataforma de fuerza Kistler® modelo 9286BA (Figura 1) para tomar los datos correspondientes a su centro de presión plantar y las variaciones de este al inducir una anteposición gradual de la cabeza. Se utilizó el software Bioware para recolectar los datos.

with anterior rotation of shoulders and hands in prone position. The following individuals were also excluded: patients with muscle pathology, presence of degenerative muscle disease, alterations in cervical spine alignment, genu valgus and genu varus subjects, flat foot and cavo foot subjects, and individuals with oral respirators, females, and overweight persons.

Students from Universidad del Desarrollo, in Concepción, Chile, were invited to participate via online social networks. Interested subjects were evaluated according to the inclusion and exclusion criteria. The orthostatic position of the head was determined by matching the tragus and the acromion with a plumb line, accepting a head anteposition with a limit established by the coincidence between the posterior edge of the pinna and the acromion.

30 subjects were selected consecutively. Each selected subject was asked to step barefoot to the model 9286BA Kistler® force plate (Figure 1) in order to collect the data corresponding to their plantar center of pressure and their variations by inducing a gradual anteposition of the head. The Bioware software was used to collect data.

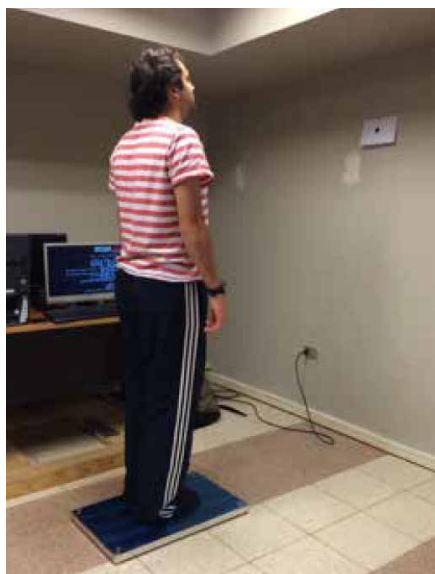


Figura 1. Plataforma de fuerza Kistler® modelo 9286BA

Figure 1. Kistler® force plate, model 9286BA

El protocolo utilizado fue el siguiente:

- Se determinó un tiempo de exposición para recolección de datos de 30 segundos por muestra, de los cuales se utilizaron los 20 segundos intermedios. No hubo un proceso de aprendizaje previo.
- Se ubicó al sujeto sobre la plataforma de fuerza, con los pies descalzos en un ángulo de 30° entre ellos<sup>21</sup> y con una distancia entre los talones de 5 cm, haciéndolos coincidir con unas huellas marcadas sobre la plataforma, y con los brazos extendidos y pegados al cuerpo.<sup>22</sup> Se le pidió al sujeto que mantuviera la mirada sobre un punto fijo de color amarillo situado a un metro por delante y a la altura de sus ojos. Esto se determinó como postura inicial (PI). Se marcó un punto a nivel del tragus, el cual sirvió de referencia, y se instaló una plomada (0 cm) sobrepuesta a este para verificar la posición inicial, observándola desde dos metros de distancia. Posteriormente se realizó el primer registro (0 cm). Para la segunda medición se ubicó una segunda plomada 1 cm por delante de la plomada anterior y se le pidió al sujeto retomar la PI en relación a la plomada 0 y desde esa posición generar una anteposición de cabeza hasta que el punto marcado en el tragus coincidiera con la plomada a 1 cm. En esa posición se tomó el registro 2 (1 cm). El mismo procedimiento se efectuó para tomar los registros a 2, 3, 4 y 5 cm de anteposición del cráneo sobre la columna. De los datos obtenidos entre los 5 y 25 segundos de la prueba para cada muestra se utilizó la raíz media cuadrática calculada automáticamente por el software Bioware, para el desplazamiento del COP tanto en el eje x como en el eje y.
- Los datos se tabularon en una planilla de Microsoft Excel® y se exportaron al programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para analizar el supuesto de normalidad de los datos mediante el test de Shapiro-Wilk. Para contrastar la hipótesis nula “no existe diferencia significativa en el desplazamiento de COP en sujetos sanos en posición ortostática y con

The following protocol was used:

- An exposure time of 30 seconds per sample was set for data collection, but only the 20 intermediate seconds were used. There was no process of prior learning.
- Subjects were asked to stand barefoot on the force plate with both feet at an angle of 30° to each other<sup>21</sup> and 5 cm between the heels, having the feet match a couple of footprints marked on the plate with their arms down and tightly close to the body.<sup>22</sup> They were asked to stare at a fixed yellow dot just one meter in front of them and at the height of their eyes. This was considered the initial posture (IP). A point was marked at the level of the tragus, serving as reference, and a plumb line was installed (0 cm) overlying this point to verify the initial posture, observing it at a distance of two meters. The first measurement (0 cm) was recorded. For the second measurement, a second plumb line was located 1 cm ahead of the previous plumb line, asking the subject to return to IP in relation to plumb line 0 and from that position produce a head anteposition until the point marked on the tragus coincided with the plumb line to 1 cm. That position served as the second recorded measurement (1 cm). The same procedure was followed to record measurements to 2, 3, 4 and 5 cm of anteposition of skull to vertebral column. From data obtained between 5 and 25 seconds of the test on each sample, we used the root mean square automatically calculated by the Bioware software, for COP displacement in both the x-axis and the y-axis.
- The data were tabulated in a Microsoft Excel® sheet and exported to SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) to analyze the assumption of normality of data by means of the Shapiro-Wilk test. To contrast the null hypothesis “there is no significant difference in COP displacement of healthy subjects in orthostatic position with

diferentes grados de anteposición de cabeza”, se utilizó el test de Wilcoxon para el contraste no paramétrico de dos muestras relacionadas.

## RESULTADOS

En los sujetos estudiados (n = 30), el promedio de desplazamiento del COP en el eje x, para posición ortostática según la raíz media cuadrática, fue de 0,25 (+/- 0,11); para una anteposición de 1 cm fue de 0,23 (+/- 0,16); para una anteposición de 2 cm fue de 0,18 (+/- 0,08); para una anteposición de 3 cm fue de 0,22 (+/- 0,13); para una anteposición de 4 cm fue de 0,21 (+/- 0,08); y para una anteposición de 5 cm fue de 0,20 (+/- 0,09) (tabla 1). La diferencia de los promedios de la raíz media cuadrática entre las mediciones con respecto a la posición 0 del cráneo se expresan en la tabla 1.

Tabla 1. Desplazamiento del COP en el eje x (sentido lateral)

|               | Desplazamiento en el eje x |         |         |         |         |         |
|---------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|               | Anteposición del cráneo    |         |         |         |         |         |
|               | 0 cm                       | 1 cm    | 2 cm    | 3 cm    | 4 cm    | 5 cm    |
| Prom          | 0,25170                    | 0,23031 | 0,18346 | 0,22388 | 0,21622 | 0,20954 |
| DS            | 0,11819                    | 0,16363 | 0,08154 | 0,13830 | 0,08722 | 0,09403 |
| Dif Ctr/APcab |                            | 0,08812 | 0,09402 | 0,09016 | 0,10527 | 0,07831 |

Prom: Promedio, DS: Desviación estándar, Dif Ctr/APcab: Diferencia del promedio en valor absoluto del control y anteposición. El valor p para todas las relaciones entre el control (0 cm) y cada nivel de anteposición del cráneo fue de 0,000001.

El promedio de desplazamiento del COP en el eje y para posición ortostática fue de 0,34 (+/- 0,11); para una anteposición de 1 cm fue de 0,36 (+/- 0,19); para una anteposición de 2 cm fue de 0,39 (+/- 0,19); para una anteposición de 3 cm fue de 0,38 (+/- 0,17); para una anteposición de 4 cm fue de 0,37 (+/- 0,14); y para anteposición de 5 cm fue de 0,34 (+/- 0,12) (Tabla 2). La diferencia de los promedios de la raíz media cuadrática entre las mediciones con respecto a la posición 0 del cráneo se expresan en la tabla 2.

various degrees of head anteposition”, the Wilcoxon test was used for the non-parametric contrast of two related samples.

## RESULTS

In the study subjects (n = 30), the average COP displacement on the x-axis for orthostatic posture by root mean square was 0.25 (+/- 0.11). The other results were: 0.23 (+/- 0.16) for 1 cm anteposition; 0.18 (+/- 0.08) for 2 cm anteposition; 0.22 (+/- 0.13) for 3 cm anteposition; 0.21 (+/- 0.08) for 4 cm anteposition, and 0.20 (+/- 0.09) for 5 cm anteposition (table 1). The difference of root mean square averages among the measurements in comparison to position 0 of the skull is shown in table 1.

Table 1. COP displacement on the x-axis (lateral direction)

|                | Displacement on the x-axis |         |         |         |         |         |
|----------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | Skull anteposition         |         |         |         |         |         |
|                | 0 cm                       | 1 cm    | 2 cm    | 3 cm    | 4 cm    | 5 cm    |
| Avg            | 0.25170                    | 0.23031 | 0.18346 | 0.22388 | 0.21622 | 0.20954 |
| SD             | 0.11819                    | 0.16363 | 0.08154 | 0.13830 | 0.08722 | 0.09403 |
| Dif Ctr/APhead |                            | 0.08812 | 0.09402 | 0.09016 | 0.10527 | 0.07831 |

Avg: average, SD: standard deviation, Dif Ctr/APcab: difference of the average in absolute value of control and anteposition. The p value for all the relationships between control (0 cm) and each level of skull anteposition was 0.000001.

The average COP displacement on the y-axis for orthostatic posture was 0.34 (+/- 0.11). The other results were: 0.36 (+/- 0.19) for 1 cm anteposition; 0.39 (+/- 0.19) 2 cm anteposition; 0.38 (+/- 0.17) for 3 cm anteposition; 0.37 (+/- 0.14) for 4 cm anteposition, and 0.34 (+/- 0.12) for 5 cm anteposition (Table 2). The difference of root mean square averages among the measurements in comparison to position 0 of the skull is shown in table 2.

Tabla 2: Desplazamiento del COP en el eje y (sentido antero-posterior)

|               | Desplazamiento en el eje y |         |         |         |         |         |
|---------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|               | Anteposición del cráneo    |         |         |         |         |         |
|               | 0 cm                       | 1 cm    | 2 cm    | 3 cm    | 4 cm    | 5 cm    |
| Prom          | 0,34987                    | 0,36576 | 0,39175 | 0,38422 | 0,37026 | 0,34361 |
| DS            | 0,11159                    | 0,12658 | 0,19536 | 0,17108 | 0,14763 | 0,12717 |
| Dif Ctr/APcab |                            | 0,11335 | 0,15222 | 0,12035 | 0,13601 | 0,13768 |

Prom: Promedio, DS: Desviación estándar, Dif Ctr/APcab: Diferencia del promedio en valor absoluto del control y anteposición. El valor *p* para todas las relaciones entre el control (0 cm) y cada nivel de anteposición del cráneo fue de 0,000001.

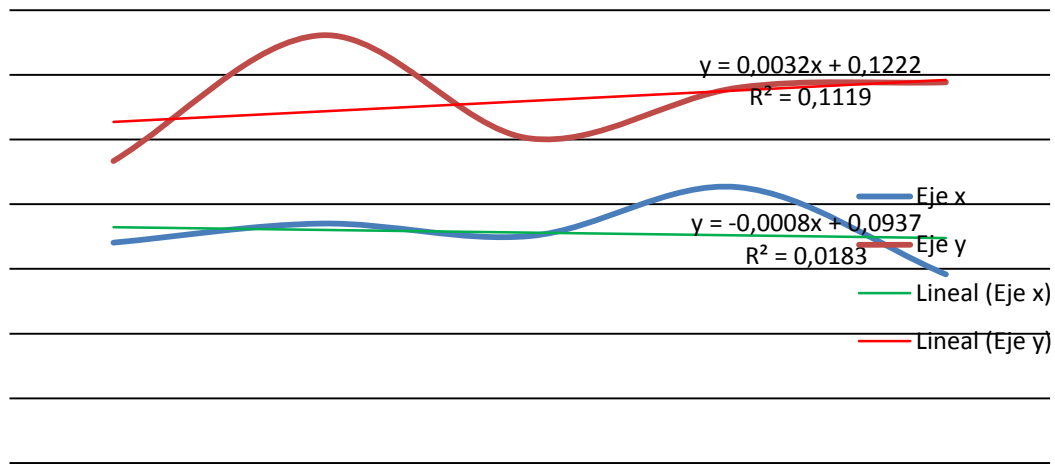
La tendencia lineal de la diferencia del desplazamiento entre el COP control y cada uno de los COP entregados por los distintos niveles de anteposición a los que fue expuesto el sujeto fue disminuyendo para el eje x, mientras que en el eje y la tendencia presentó un aumento de esta diferencia (Figura 2).

Table 2: COP displacement on the y-axis (antero-posterior direction)

|                | Displacement on the y-axis |         |         |         |         |         |
|----------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | Skull anteposition         |         |         |         |         |         |
|                | 0 cm                       | 1 cm    | 2 cm    | 3 cm    | 4 cm    | 5 cm    |
| Avg            | 0.34987                    | 0.36576 | 0.39175 | 0.38422 | 0.37026 | 0.34361 |
| SD             | 0.11159                    | 0.12658 | 0.19536 | 0.17108 | 0.14763 | 0.12717 |
| Dif Ctr/APhead |                            | 0.11335 | 0.15222 | 0.12035 | 0.13601 | 0.13768 |

Avg: average, SD: standard deviation, Dif Ctr/APcab: difference of the average in absolute value of control and anteposition. The *p* value for all the relationships between control (0 cm) and each level of skull anteposition was 0.000001.

The linear tendency of the difference in displacement between COP control and each COP yielded by the various levels of anteposition to which subjects were exposed was in decrease for the x-axis, while on the y-axis the tendency was in the increase in this difference (Figure 2).



1: Diferencia entre control y anteposición de 1 cm, 2: Diferencia entre control y anteposición de 2 cm, 3: Diferencia entre control y anteposición de 3 cm, 4: Diferencia entre control y anteposición de 4 cm, 5: Diferencia entre control y anteposición de 5 cm.

1: Difference between control and 1 cm anteposition, 2: Difference between control and 2 cm anteposition, 3: difference between control and 3 cm anteposition, 4: difference between control and 4 cm anteposition, 5: difference between control and 5 cm anteposition.

Figura 2: Desplazamiento promedio del COP en los ejes x y y

Figure 2: Average COP displacement on axis x and y



El desplazamiento del COP tanto en el eje x como en el eje y fue estadísticamente significativo al comparar cada nivel de inducción de anteposición del cráneo con su control, arrojando un valor de  $p < 0,000001$  para cada uno de ellos (Tabla 3).

Tabla 3: Valor de  $p$

|       | Control-1 cm | Control-2 cm | Control-3 cm | Control-4 cm | Control-5 cm |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Eje x | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      |
| Eje y | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      |

## DISCUSIÓN

El desplazamiento del COP en el eje x, mientras los sujetos mantenían una posición ortostática, correspondió a 0,25 (+/- 0,11), mientras que en el eje y correspondió a 0,34 (+/- 0,11). Esto quiere decir que, como ha sido demostrado, existe una actividad neuromuscular constante para mantener el equilibrio postural.<sup>23</sup> Cuando el cráneo se desplaza de su centro hacia ventral (por ejemplo, frente a una extensión), se induce a una oscilación postural.<sup>24</sup> En dicho caso no se verificó si existían variaciones de tipo anatómicas relacionadas, como la altura, situación que en este estudio fue controlada, obteniéndose los mismos resultados. Esto permite establecer que la altura de los sujetos no condiciona el desplazamiento del centro de presión plantar inducido por la anteposición del cráneo.

Por otra parte, se ha demostrado que los aferentes propioceptivos de la columna cervical inferior son los que se estimulan frente a una flexión cervical.<sup>25</sup> Kogler y colaboradores, en 2000,<sup>26</sup> demostraron que la extensión de la cabeza altera la información propioceptiva y contribuye a una mayor oscilación postural en los sujetos sanos. Resulta interesante observar, en este estudio, que el COP en el eje x tendió a la disminución en todas las pruebas en que se sometió al sujeto a una anteposición de cráneo. Esto pudo deberse a que, con una anteposición de la cabeza, el reflejo producido a nivel vestibulo-cervical no requería producir mayor estabilización.<sup>27</sup> Por otra parte, el COP

COP displacement on the x-axis and the y-axis was statistically significant when comparing each level of induction of head anteposition with its control, yielding a  $p$ -value of  $< 0.000001$  for each (Table 3).

Table 3:  $p$ -value

|        | Control - 1 cm | Control-2 cm | Control-3 cm | Control-4 cm | Control - 5 cm |
|--------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| x-axis | 0,00001        | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001        |
| y-axis | 0,00001        | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001      | 0,00001        |

## DISCUSSION

COP displacement on the x-axis while the subjects were in an orthostatic position was 0.25 (+/-0.11), while on the y-axis was 0.34 (+/- 0.11). This means that, as has been shown, there is constant neuromuscular activity to keep postural balance.<sup>23</sup> When the skull is displaced from its center towards ventral (as in an extension), a swing posture is induced.<sup>24</sup> In this case, no verification was conducted to confirm whether there were related anatomical variations, such as height, which in this study was controlled, obtaining the same results. This allows to establish that subjects' height does not condition the displacement of the plantar center of pressure induced by anteposition of the skull.

On the other hand, it has been shown that proprioceptive afferents of the lower cervical spine are the ones that produce a stimulus during a cervical flexion.<sup>25</sup> In 2000, Kogler et al<sup>26</sup> showed that an extension of the head alters the proprioceptive information and contributes to a greater swing posture in healthy subjects. Interestingly enough, in this study the COP on the x-axis tended to decrease in all the tests in which subjects were exposed to head anteposition. This could be explained because, in the presence of head anteposition, the reflection produced on vestibular-cervical did not require greater stabilization.<sup>27</sup> On the other hand, the COP

en el eje y tendió a elevarse, generándose un mayor balanceo antero-posterior. Considerando que el cráneo representa el segmento más distal del cuerpo respecto al punto de apoyo, un desplazamiento de él hacia anterior genera un mayor momento flexor anterior corporal total, el cual debe ser contrarrestado por la musculatura erectora espinal, requiriendo ajustes finos.<sup>7</sup>

Brodie, en 1950,<sup>28</sup> señaló que la postura erguida de la cabeza debe ser balanceada por la columna vertebral, atribuyéndose a una equivalente tensión de los músculos anteriores y posteriores relacionados con la articulación occipito-atloidea.<sup>29</sup> El hecho de que los músculos estén organizados y relacionados mediante la fascia, obliga a considerar la mecánica corporal de forma global y simultánea, lo que justifica el compromiso de toda la postura corporal cuando existen alteraciones craneofaciales. En este estudio se observó una diferencia estadísticamente significativa en el desplazamiento del COP con 1 cm de anteposición de cráneo, independientemente del eje. Se debe recalcar que esta diferencia también es clínicamente significativa, ya que el mantenimiento del equilibrio postural es fundamental y la desorganización de un segmento del cuerpo implicará una nueva organización de todos los otros, asumiendo así una postura compensatoria.<sup>30</sup> Esto significa un inmediato aumento de la actividad propioceptiva y de su consecuente respuesta muscular para mantener el equilibrio.<sup>8</sup> Este equilibrio relativamente estable representa la solución personal que el sujeto ha encontrado a su problema de estabilidad.<sup>9</sup> A su vez, autores como Patla y colaboradores, en 1990,<sup>31</sup> afirmaron que las mayores frecuencias de oscilaciones del COP incrementan la información sobre el equilibrio desde los sistemas sensoriales, y así logran permanecer dentro de los límites de estabilidad.

Este estudio abre las puertas a futuras investigaciones sobre la dinámica y las actividades funcionales que traten de resolver la incógnita del punto límite del cambio del COP frente a alteraciones de la posición del cráneo con respecto al patrón postural. A su vez, abre el campo del estudio de la influencia neuromuscular recíproca de las regiones masticatoria y cervical.<sup>32</sup>

on the y-axis tended to increase, creating a higher anteroposterior balancing. Considering that the skull is the most distal segment of the body with respect to a point of support, its displacement towards anterior produces greater total body anterior flexion, which must be countered by erector spinae muscles, requiring slight adjustments.<sup>7</sup>

In 1950, Brodie<sup>28</sup> stated that the upright posture of the head must be balanced by the vertebral column due to an equivalent tension of anterior and posterior muscles connected to the atlanto-occipital joint.<sup>29</sup> The fact that the muscles are organized and related through the fascia forces to consider body mechanisms in a global and simultaneous manner, validating the compromise of all body posture in the presence of craniofacial alterations. This study showed a statistically significant difference in COP displacement with 1 cm of head anteposition, regardless of the axis. It must be emphasized that this difference is also clinically significant, since maintaining postural balance is essential and the disruption of a segment of the body implies a new organization of all the others, thus taking a compensatory posture.<sup>30</sup> This means an immediate increase of the proprioceptive activity and the consequent muscle response to keep balance.<sup>8</sup> This relatively stable balance represents the subject's personal solution to his problem of stability.<sup>9</sup> In turn, authors such as Patla et al, in 1990,<sup>31</sup> stated that the higher frequencies of COP oscillations increase information on balance from the sensory systems, and thus manage to stay within the limits of stability.

This study opens the doors to future research on the dynamics and the functional activities that try of resolve the mystery of the limit point of COP change in the presence of alterations of the position of the skull with respect to postural pattern. It also opens the field of the study of reciprocal neuromuscular influence of the masticatory and cervical regions.<sup>32</sup>

## CONCLUSIÓN

En sujetos sanos, existe una diferencia clínica y estadísticamente significativa, en términos del COP y el balance postural, al inducir 1 cm de anteposición del cráneo. Clínicamente, esto se traduce en que basta 1 cm de anteposición del cráneo para generar respuestas musculares adaptativas para controlar los desplazamientos del COP y el respectivo balance postural, ratificando como relación límite aceptable el borde posterior del pabellón auricular con el acromion en un sujeto sin anteproyección de hombros.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## CORRESPONDENCIA

Pamela León Molina  
(+56 9) 958582580  
pleonm@live.com  
Linares, Chile

Raúl Frugone Zambra  
(+56 9) 98840218  
raulfrugone@gmail.com  
Linares, Chile

## CONCLUSION

In healthy subjects, there is a clinically and statistically significant difference in terms of COP and postural balance when inducing 1 cm of head anteposition. Clinically, this means that just 1 cm of head anteposition is enough to generate adaptive muscle responses to control COP displacement and the respective postural balance, ratifying the back edge of the ear with the acromion in a subject without anteposition shoulders as acceptable limit.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Pamela León Molina  
(+56 9) 958582580  
pleonm@live.com  
Linares, Chile

Raúl Frugone Zambra  
(+56 9) 98840218  
raulfrugone@gmail.com  
Linares, Chile

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Arellano JCV. Relações entre postura corporal e sistema estomatognático. *J Bras Oclus ATM Dor Orofac* 2002; 2(6): 155-164.
2. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neurosci Lett* 2004; 356(3): 228-230.
3. Brill N, Lammie GA, Osborne J, Perry HT. Mandibular positions and mandibular movements. *Br Dent J* 1959; 106: 391-400.
4. Mohl N. El rol de la posición de la cabeza en la función mandibular y mecánica maxilar anormal. Chicago: Quintaessence Book; 1984.
5. Preiskel HW. Some observations on the postural position of the mandible. *J Prosthet Dent* 1965; 15: 625-633.
6. Braccialli LMP, Vilarta R. Postura corporal: reflexões teóricas. *Fisioter Mov* 2001; 14(1): 65-71.
7. Huggare JA, Raustia AM. Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients

- with craniomandibular dysfunction. *Cranio* 1992; 10(3): 173-179.
8. Barreto JF. Sistema estomatognático y esquema corporal. *Colomb Méd* 1999; 30(4): 171-178.
  9. Hernández J. Torpeza motriz. Barcelona: EUB; 1995.
  10. Brandt Th, Krafczyk S, Malsbenden I. Postural imbalance with head extension: improvement by training as a model for ataxia therapy. *Ann NY Acad Sci* 1981; 374(1): 636-649.
  11. Jackson RT, Epstein CM. Effect of head extension on equilibrium in normal subjects. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100(1): 63-67.
  12. Paulus WM, Straube A, Brandt T. Visual stabilization of posture. Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain* 1984; 107(Pt 4): 1143-1163.
  13. Pinsault N, Vuillerme N. Differential postural effects of plantar-flexor muscle fatigue under normal, altered and improved vestibular and neck somatosensory conditions. *Exp Brain Res* 2008; 191(1), 99-107.
  14. Ohaniam M. Fundamentos y principios de la ortopedia dento-maxilo-facial. Caracas: Amolca; 2000.
  15. Moreno J. Podología general y biomecánica. Madrid: Masson; 2003.
  16. Barin K, Jefferson GD, Sparto PJ, Parnianpour M. Effect of aging on human postural control during cognitive tasks. *Biomed Sci Instrum* 1997; 33: 388-393.
  17. Richmond FJ, Abrahams VC. Morphology and distribution of muscle spindles in dorsal muscles of the cat neck. *J Neurophysiol* 1975; 38(6): 1322-1339.
  18. Adrian ED. Afferent areas in the cerebellum connected with the limbs. *Brain* 1943; 66(4): 289-315.
  19. Sherrington CS. Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex and reflex stepping and standing. *J Physiology* 1910; 40(1): 28-121.
  20. Spichiger M, Frugone-Zambra R, Pincheira-Barbé P, Bittner V. Pressure center displacement in subjects with inclination of occlusal plane. IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition. March 20-23, 2013. Seattle, Washington). Poster Session. Poster #3466.
  21. Okubo J, Watanabe Y, Takeya T, Baron JB. Influence of foot position and visual field condition in the examination for equilibrium function and sway of the center of gravity in normal persons. *Agressologie* 1979; 20(2): 127-132.
  22. Nashner LM, Black FO, Wall C 3rd. Adaptation to altered support surface and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J Neurosci* 1982; 2(5): 536-544.
  23. Gagey PM, Bonnier L, Gentaz R, Guillaume P, Marucchi C, Villeneuve P. Huit leçons de posturologie. Paris; Editées par l'Association Francaise de Posturologie; 1994.
  24. Adamo DE, Pociaska FD, Goldberga A. The contribution of head position, standing surface and vision to postural control in young adults. *J Vestib Res* 2013; 23(1): 33-40.
  25. Ricard F. Tratamiento osteopático de las algias del raquis torácico. Madrid: Ed Médica Panamericana; 2007.
  26. Kogler A, Lindfors J, Odkvist LM, Ledin T. Postural stability using different neck positions in normal subjects and patients with neck trauma. *Acta Otolaryngol* 2000; 120(2): 151-155.
  27. Spinelli D, Antonucci G, Daini R, Fanzon D, Zoccolotti P. Modulation of the rod-and-frame illusion by additional external stimuli. *Perception* 1995; 24(10): 1105-1118.
  28. Brodie AG. Anatomy and physiology of the head and neck musculature. *Am J Orthod* 1950; 36(11): 831-844.
  29. Vig PS, Showfety KJ, Phillips C. Experimental manipulation of head posture. *Am J Orthod* 1980; 77(3): 258-268.
  30. Souchard PE. Reeducação postural global. São Paulo: Editora Ícone; 1986.
  31. Patla AE, Winter DA, Frank JS, Prasad S. Identification of age-related changes in the balance-control system. En: Duncan PW (ed). *Balance: proceedings of the APTA forum*. Alexandria, VA: American Physical Therapy Association; 1990. p 43-55.
  32. Goldstein DF, Kraus SL, William WB, Glasheen-Wray M. Influence of cervical posture on mandibular movement. *J Prosthet Dent* 1984; 52(3): 421-426.

---

# ASOCIACIÓN DE CARIES DE INFANCIA TEMPRANA CON FACTORES DE RIESGO EN HOGARES COMUNITARIOS DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR EN ZIPAQUIRÁ, COLOMBIA

## ASSOCIATION OF EARLY CHILDHOOD CARIES WITH RISK FACTORS AT COMMUNITY HOMES OF INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR IN ZIPAQUIRÁ, COLOMBIA

CARMENZA MACÍAS<sup>1</sup>, DIANA DÍAZ<sup>2</sup>, MARTA CAYCEDO(†)<sup>3</sup>, FRANCISCO LAMUS<sup>4</sup>, CARLOS RINCÓN<sup>5</sup>

**RESUMEN. Introducción:** el objetivo del presente estudio consistió en determinar la asociación de factores de riesgo sociales y biológicos con caries de infancia temprana (CIT) en los niños de hogares comunitarios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) en Zipaquirá, Colombia. **Métodos:** estudio descriptivo transversal, desarrollado por instituciones universitarias en 546 niños con edades entre los 24 y 60 meses. Se identificaron variables sociodemográficas, hábitos de higiene, los índices O'Leary y CEO, y variables antropométricas y de desarrollo psicomotriz. Para evaluar la asociación de caries de infancia temprana y caries severa con las variables evaluadas se aplicó la prueba  $\chi^2$  de Pearson en el caso de variables categóricas, y el coeficiente de correlación de rangos de Spearman en el caso de variables ordinales. **Resultados:** prevalencia de CIT del 64,3% (IC 95% 60,3%-68,3%) y de CIT severa del 54% (IC 95% 49,8%-58,2%). Se encontró asociación estadísticamente significativa entre la presencia de CIT y el cepillado inadecuado, la visita al odontólogo, el tratamiento odontológico, la presencia de desnutrición y el consumo de alimentos en la noche después de cepillarse; y de CIT severa con la visita al odontólogo, el tratamiento odontológico, la succión de biberón en la noche, el uso de endulzantes en el biberón, la costumbre de dormir con el biberón y el consumo de alimentos en la noche después de cepillarse. **Conclusiones:** la prevalencia de CIT es alta. Los resultados de este trabajo permiten evidenciar la necesidad de ofrecer un abordaje integral al cuidado de la salud de la infancia, incorporando la CIT al espectro de las enfermedades prevalentes de la infancia en la población estudiada.

**Palabras clave:** caries dental, factores de riesgo, odontología pediátrica, desnutrición, placa dental, crecimiento y desarrollo.

Macías C, Díaz D, Caycedo M, Lamus F, Rincón C. Asociación de caries de infancia temprana con factores de riesgo en hogares comunitarios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar en Zipaquirá, Colombia. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 123-138. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a7>

---

**ABSTRACT. Introduction:** the goal of this study was to establish the association of social and biological risk factors with early childhood caries (ECC) in children from community homes of Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) in Zipaquirá, Colombia. **Methods:** descriptive cross-sectional study conducted by universities in 546 children aged 24 to 60 months. The following conditions were identified: socio-demographic variables, hygiene habits, O'Leary index and DMFT index, anthropometric variables, and psychomotor development. To evaluate the association of early childhood caries and severe caries to the variables under study, the Pearson's Chi-squared test was used for categorical variables, and the Spearman's correlation coefficient test was used for ordinal variables. **Results:** prevalence of ECC of 64.3% (95% CI 60.3%-68.3%) and severe ECC of 54% (95% CI 49.8%-58.2%). There was statistically significant association between the presence of ECC and inadequate brushing, visits to the dentist, dental treatment, the presence of malnutrition and the consumption of food at night after brushing; and severe ECC was associated with visits to the dentist, dental treatment, bottle feeding during the evening, the use of sweeteners in baby bottles, the habit of sleeping with the bottle, and food intake in the evening after brushing. **Conclusions:** the prevalence of ECC is high. The results of this study help validate the need for a comprehensive approach to children's health care, incorporating ECC to the spectrum of childhood diseases prevalent in the studied population.

**Key words:** dental caries, risk factors, pediatric dentistry, malnutrition, dental plaque, growth and development.

Macías C, Díaz D, Caycedo M, Lamus F, Rincón C. Association of early childhood caries with risk factors at community homes of Instituto Colombiano de Bienestar Familiar in Zipaquirá, Colombia. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 123-138. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a7>

- 
- 1 Odontóloga. Especialista en Odontología Pediátrica. Institución Universitaria Colegios de Colombia, Colegio Odontológico. Bogotá, Colombia.
  - 2 Médica. Especialista en Epidemiología. Magister en Epidemiología Clínica. Facultad de Medicina. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.
  - 3 Bogotá, 1962-2014. Odontóloga. Especialista en Epidemiología. Estuvo vinculada como docente-investigadora a la Institución Universitaria Colegios de Colombia, Colegio Odontológico. Bogotá, Colombia.
  - 4 Médico. Especialista en Pediatría. Doctor en Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.
  - 5 Estadístico. Magister en Epidemiología Clínica. Facultad de Medicina. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.

RECIBIDO: SEPTIEMBRE 29/2015 - ACEPTADO: OCTUBRE 11/2016

- 
- 1 DMD. Specialist in Pediatric Dentistry. Institución Universitaria Colegios de Colombia, Colegio Odontológico. Bogotá, Colombia.
  - 2 MD. Specialist in Epidemiology. Master's Degree in Clinical Epidemiology. School of Medicine. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.
  - 3 Bogotá, 1962-2014. DMD. Specialist in Epidemiology. She was a professor and researcher at Institución Universitaria Colegios de Colombia, Colegio Odontológico. Bogotá, Colombia.
  - 4 MD. Specialist in Pediatrics. PhD in Public Health. School of Medicine. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.
  - 5 Statistician. Master's Degree in Clinical Epidemiology. School of Medicine. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.

SUBMITTED: SEPTEMBER 29/2015 - ACCEPTED: OCTOBER 11/2016

## INTRODUCCIÓN

Aunque en la literatura científica es frecuente encontrar temas como la relación entre bajo peso al nacer y el desarrollo de caries dental, todavía está pendiente definir en diferentes contextos la relevancia de sumar al cuidado integral de la salud de la infancia el cuidado de la salud bucal, empezando por la prevención de la caries de infancia temprana (CIT).<sup>1,2</sup>

La Academia Americana de Odontología Pediátrica (AAPD por sus iniciales en inglés) define la CIT como la presencia de una o más lesiones de caries dental, cavitadas o no cavitadas, dientes perdidos por caries dental o superficies obturadas en la dentición decidua en niños menores de 71 meses de edad. Se considera CIT severa cuando hay caries dental en superficies lisas en niños menores de 3 años de edad, presencia de 1 o más dientes cariados, perdidos por caries dental o superficies lisas obturadas en dientes anteriores a los 3 o 5 años de edad, la presencia de 4 o más superficies obturadas a los 4 o 5 años, la presencia de 5 o más superficies obturadas a los 4 años de edad y la presencia de 6 o más superficies obturadas a los 5 años de edad.<sup>3</sup>

Esta condición es un problema de salud pública que en Colombia no ha recibido la debida atención, a pesar de su alta prevalencia.<sup>4</sup> En 2003, Saldarriaga y colaboradores,<sup>5</sup> en un estudio realizado con 86 niños de 3 a 5 años en hogares comunitarios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), establecieron que en Colombia hay un subregistro de caries dental en dentición decidua. Encontraron una prevalencia del 48% y entre las causas de subregistro están la utilización de diferentes criterios diagnósticos, la dificultad del abordaje a los pacientes, los imaginarios culturales de los cuidadores y las barreras de acceso al sistema de salud.<sup>5</sup> En el 2011, Ramírez y colaboradores, en un estudio realizado en 659 niños entre 1 y 5 años, asistentes a hogares infantiles en la zona nororiental de la ciudad de Medellín, encontraron que el 69,7% de los niños de ambos sexos tenían experiencia de CIT, aumentando desde el primer año hasta los cuatro, siendo mayor en los niños (71,6%) que en las niñas (67,5%).<sup>6</sup> El Cuarto

## INTRODUCTION

Even though the scientific literature often addresses topics like the relationship between low weight at birth and the development of tooth decay, it has not yet defined the relevance of adding oral health care to the comprehensive care of children's health in various contexts, starting with the prevention of early childhood caries (ECC).<sup>1,2</sup>

The American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD) defines ECC as the presence of one or more dental caries lesions, either cavitated or non-cavitated, lost teeth by dental caries, or sealed surfaces in the deciduous dentition of children under 71 months of age. S-ECC is described as dental caries in smooth surfaces in children under 3 years of age, presence of 1 or more decayed teeth, lost teeth due to dental caries or smooth surfaces sealed in anterior teeth by the age of 3 or 5 years, the presence of 4 or more surfaces sealed by the age of 4 or 5 years, the presence of 5 or more surfaces sealed by the age of 4, and the presence of 6 or more surfaces sealed by the age of 5.<sup>3</sup>

This condition is a public health issue usually overlooked in Colombia despite its high prevalence.<sup>4</sup> In 2003, Saldarriaga et al.,<sup>5</sup> in a study in 86 children aged 3 to 5 at community homes of Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), showed that dental caries in deciduous dentition is underreported in Colombia. They found a prevalence of 48% and concluded that the causes for underreporting include diverse diagnostic criteria, difficulties in approaching patients, caregivers' cultural imaginaries, and barriers in accessing the health system.<sup>5</sup> In 2011, Ramírez et al conducted a study in 659 children aged 1 to 5 years, attending children's homes in the northeastern area of the city of Medellín, finding out that 69.7% of children of both sexes had experienced ECC, increasing from the first year to the fourth, with a higher prevalence in boys (71.6%) than girls (67.5%).<sup>6</sup> The Cuarto

Estudio Nacional de Salud Bucal (ENSAB IV) reporta que el 38,27% de los niños de 1, 3 y 5 años evidencia experiencia de caries dental y al año el 6,02% ya muestra experiencia de caries dental.<sup>7</sup> Estos reportes nos muestran que la situación no ha mejorado en la dentición temporal.

El diagnóstico clínico de la caries dental se ha venido realizando a partir de la lesión cavitacional, quedando sin registrar la lesión incipiente limitada al esmalte, la cual es un indicador importante de la severidad de la lesión en los primeros años de vida. La exploración de las creencias culturales que atribuyen un carácter transitorio a la dentición temporal y la ausencia de atención subsecuente han sido factores causales encontrados en diferentes entornos.<sup>4</sup> Adicionalmente, las barreras de acceso a una atención en salud oportuna y efectiva para solucionar los problemas de CIT son variables que contribuyen a explicar la desatención a un problema de salud pública.<sup>6</sup>

El desarrollo de la CIT incluye una serie de factores sociales y de condiciones propias de la cavidad oral que hacen que tenga una evolución rápida y característica, como son: microbiología oral, calcificación dental, hábitos alimentarios, hábitos de higiene oral y patrón de erupción dental.<sup>8</sup> La progresión de las lesiones trae repercusiones locales y sistémicas a corto y largo plazo. Las complicaciones locales incluyen inflamación, infección, alteraciones en la masticación, deficiencias en el desarrollo del lenguaje, alteraciones en el desarrollo de los maxilares, pérdida de espacio por exodoncias prematuras, hipomineralizaciones e hipoplasias en los dientes permanentes por los procesos crónicos infecciosos en la dentición temporal.<sup>8-10</sup> Además se pueden presentar fracturas dentales y caries dental en la dentición permanente.<sup>11</sup>

Dentro de las consecuencias sistémicas que se han asociado están: insuficiencia del neurodesarrollo, problemas de aprendizaje, baja autoestima, depresión, ansiedad, agresividad, déficit de atención, hiperactividad, problemas psicológicos, alteraciones del sueño y desórdenes gastrointestinales ocasionados por inadecuados hábitos alimentarios producidos por la odontalgia y la destrucción coronal,

Estudio Nacional de Salud Bucal (ENSAB IV) reported that 38,27% of children aged 1, 3, and 5 had experienced dental caries and that by the first birthday 6.02% experience dental caries.<sup>7</sup> These reports show that the situation of temporary dentition has not improved.

The clinical diagnosis of dental caries has traditionally been done based on cavitory lesions, overlooking records on the incipient lesions on enamel, which are an important indicator of the severity of lesions in the first years of life. Exploring the cultural beliefs that consider temporary dentition as a transitional nature and the absence of subsequent attention have been causal factors found in different environments.<sup>4</sup> In addition, barriers of access to timely and effective health care to solve ECC issues are variables that help explain the lack of attention to a public health problem.<sup>6</sup>

The development of ECC includes several social factors and conditions of the oral cavity that determine its rapid and characteristic evolution, namely oral microbiology, dental calcification, eating habits, oral hygiene habits, and dental eruption pattern.<sup>8</sup> The progression of lesions have local and systemic effects in the short and long term. Local complications include inflammation, infection, alterations in mastication, deficiencies in language development, alterations in the development of maxillaries, loss of space due to premature extraction, hypomineralization and hypoplasias in permanent teeth by chronic infectious processes in temporal teeth.<sup>8-10</sup> Dental fissures and tooth decay in permanent teeth. may also arise.<sup>11</sup>

The associated systemic consequences include: neurodevelopmental insufficiency, learning difficulties, low self-esteem, depression, anxiety, aggressiveness, attention deficit, hyperactivity, psychological problems, sleep disturbances and gastrointestinal disorders caused by inadequate eating habits caused by toothache and coronal destruction,

los cuales interfieren en la masticación y la alimentación, incidiendo en la alteración del estado nutricional reflejado en los indicadores antropométricos.<sup>12-14</sup>

La Academia Americana de Médicos Familiares<sup>15</sup> reconoce la CIT como la enfermedad crónica más común en los niños menores de 6 años y estimula a los profesionales de la salud a realizar una detección y referencia temprana al odontólogo, además de adoptar un enfoque de riesgo en la valoración.<sup>16-17</sup>

Teniendo en cuenta el contexto anterior, el objetivo de este estudio consistió en determinar la asociación de factores de riesgo sociales y biológicos con caries de infancia temprana (CIT) en los niños de hogares comunitarios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) en Zipaquirá, Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo del estudio se diseñó y ejecutó un estudio descriptivo de corte transversal. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Institución Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC) y de la Universidad de la Sabana. Fue ejecutado de acuerdo con las regulaciones establecidas por la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

En una población de 3024 niños pertenecientes a los hogares comunitarios del ICBF de trece municipios de la zona de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia, se seleccionó una muestra de 579 niños, estratificada por municipio. El tamaño de la muestra se obtuvo a partir de los siguientes parámetros: prevalencia esperada del 64,7% (valor obtenido en la fase inicial del estudio en el municipio de Chía, Cundinamarca), nivel de significancia del 95% y un error esperado del 3,5%. Del total de la muestra se obtuvo información de 546 niños (94,3%) de 24 a 60 meses con dentición temporal completa, sin compromiso sistémico y con consentimiento informado firmado por sus padres. Se excluyeron niños

which interfere with mastication and food intake, influencing the alteration of the nutritional state reflected in anthropometric indicators.<sup>12-14</sup>

The American Academy of Family Physicians<sup>15</sup> recognizes ECC as the most common chronic disease in children under 6 years of age and encourages health professionals to carry out early detection and referral to the dental clinician, in addition to evaluate risks.<sup>16-17</sup>

In consequence, the goal of this study was to determine the association between social and biological risk factors with early childhood caries (ECC) at community homes of the Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) in Zipaquirá, Colombia.

## MATERIALS AND METHODS

To achieve the objective of this project, a cross-sectional descriptive study was designed and conducted. The study was approved by the Ethics Committee of Institución Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC) and Universidad de la Sabana. It complied with the regulations established by Resolution 8430 of 1993 of Colombia's Ministry of Health, which established the scientific, technical and administrative standards for research in health.

In a population of 3024 children attending community homes of the ICBF in thirteen municipalities in Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia, 579 children were selected to form a sample stratified by municipality. The sample size was achieved using the following parameters: 64.7% expected prevalence (a value obtained in the study's initial phase in the municipality of Chía, Cundinamarca), 95% significance level, and 3.5% expected error. Information was finally obtained from 546 (94.3% of the sample) children aged 24 to 60 months with complete temporary dentition, with no systemic diseases and with informed consent signed by their parents. The following children were excluded:



con dientes permanentes erupcionados, que presentaban alteraciones de salud en el momento del examen y aquellos que no permitieron el examen clínico.

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento semiestructurado, que fue aplicado por los investigadores. Se elaboró una guía para la aplicación de dicho instrumento, el cual constó de 5 módulos:

1. Variables sociodemográficas (sexo, edad, estrato socioeconómico de los padres según estratificación de los servicios públicos, nivel educativo del cuidador principal, sistema general de seguridad social),
2. Hábitos de cuidado oral (frecuencia de cepillado, momento del cepillado, cepillado supervisado o realizado por el adulto, visita al odontólogo, tratamiento odontológico, edad de la primera visita al odontólogo),
3. Variables relacionadas con hábitos de lactancia y alimentarios (si recibió leche materna y por cuanto tiempo, edad de inicio con el biberón, horario del biberón, uso de endulzante en el biberón, consumo de biberón o de otro tipo de alimentos en la noche después de cepillarse),
4. Examen odontológico (índice ceo-d, criterios ICDAS, severidad de CIT, índice de O'Leary) y
5. Examen médico (peso para la talla, evaluación global de la Escala Abreviada del Desarrollo [EAD]).

En el examen odontológico se determinó la presencia de CIT en la población seleccionada con la presencia de al menos uno de los siguientes criterios: a) lesión incipiente limitada al esmalte en una superficie lisa en niños menores de 3 años, b) presencia de 1 o más dientes cariados o perdidos por caries dental, o superficies lisas obturadas en dientes anteriores a los 3 o 5 años de edad, c) índice CPO-D igual a o mayor que 4 a la edad de 4 años, 5 a la edad de 4 años y 6 a la edad de 5 años.<sup>3</sup> Se realizó una evaluación antropométrica para obtener los valores en el índice de peso para la talla (P/T). Cada sujeto se clasificó en cuanto a su estado nutricional agudo como desnutrido, normal, con sobrepeso u obesidad, según su posición en las referencias del índice P/T,

children with permanent teeth erupted, showing health alterations at the time of examination, and those who did not consent the clinical examination.

A semi-structured instrument was designed for data collection; this instrument was used by the researchers. Guidelines for the implementation of that instrument were created, including 5 modules:

1. Socio-demographic variables (gender, age, parents' socioeconomic level according to classifications by utility bills, level of education of main caregiver, social security coverage)
2. Oral hygiene habits (frequency of brushing, brushing time, supervised brushing or performed by an adult, visits to the dentist, dental treatment, age of first visit to the dentist)
3. Variables related to feeding habits and breastfeeding (if breastfeeding was provided and for how long, age of first use of baby bottle, time for baby bottle intake, use of sweetener in bottle, consumption of bottle or another type of food in the evening after brushing)
4. Dental examination (ICDAS, DMFT index, severity of ECC, O'Leary Index)
5. Medical examination (weight-for-length, overall Abbreviated Scale of Development [ASD]).

The presence of ECC in the study population was determined by dental examination with the presence of at least one of the following criteria: a) incipient lesion on enamel on a smooth surface in children younger than 3 years, b) presence of 1 or more decayed or lost teeth due to dental caries, or smooth surfaces sealed in anterior teeth at the age of 3 or 5, c) DMFT index equal to or greater than 4 at the age of 4 years, 5 at the age of 4 years, and 6 at the age of 5 years.<sup>3</sup> An anthropometric evaluation was conducted to obtain the weight-for-length values (W/L). Each subject was classified in terms of their acute nutritional status as malnourished, normal, overweight, or obese, according to their scores in the W/L index,

utilizando los patrones de la Organización Mundial de la Salud (OMS).<sup>18</sup>

Para la evaluación del neuro-desarrollo se utilizó la Escala Abreviada de Desarrollo (EAD), validada para Colombia por Ortiz, la cual valora motricidad fina, motricidad gruesa, lenguaje-audición y socialización. Adicionalmente, permite observar un indicador integral de las cuatro esferas. En cada esfera, los sujetos fueron clasificados de acuerdo con su desempeño, según alguna de las siguientes categorías: alerta, medio, medio-alto y alto. El estado de alerta es el que señala una alarma en las conquistas que deberían haberse alcanzado en ese grupo de edad.<sup>19</sup>

Los datos fueron procesados en el programa estadístico STATA 10.1. Se estimaron las prevalencias de caries de infancia temprana y su severidad a partir de sus intervalos de confianza. Se calcularon medidas de frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. Para evaluar la asociación de caries de la infancia temprana y caries dental severa con las variables evaluadas se aplicó la prueba  $\chi^2$  de Pearson en el caso de variables categóricas, y el coeficiente de correlación de rangos de Spearman en el caso de variables ordinales.

## RESULTADOS

La población fue mayormente masculina (57,5%). La mayoría de los niños (83,1%) tenían entre 37 y 60 meses. El 67% pertenecía a estrato socioeconómico 2 (en una escala de 1 a 6) y 51,8% vivía en área urbana. Se encontró una prevalencia de CIT del 64,3% (IC 95% 60,3%-68,3%) y una prevalencia de CIT severa del 54% (IC 95% 49,8%-58,2%). El índice ceo-d tuvo una mediana de 2, con un rango de 0-16. Con los criterios ICDAS, la prevalencia de caries dental fue del 92%.

La tabla 1 muestra los resultados de las pruebas de asociación entre las variables sociodemográficas y CIT. El sexo, el grupo de edad, el nivel educativo y el tipo de afiliación al sistema de seguridad social no mostraron asociación estadísticamente significativa con CIT ( $p > 0,05$ ).

using the standards set by the World Health Organization (WHO).<sup>18</sup>

The neurodevelopmental evaluation was conducted using the Abbreviated Scale of Development (ASD), validated for Colombia by Ortiz, which assesses fine motor, gross motor, language-audition, and socialization. In addition, it provides a comprehensive indicator of the four areas. In each area, the subjects were classified per their scoring, according to one of the following categories: alert, medium, medium-high, and high. The “alert” state indicates an alarm on the achievements that should have been reached in this age group.<sup>19</sup>

The data were processed in the STATA 10.1 statistical program. The prevalence of early childhood caries and their severity was estimated based on confidence intervals. Measures of absolute and relative frequencies for the categorical variables were calculated. To evaluate the association between early childhood caries and severe caries with the evaluated variables the Pearson  $\chi^2$  test was used for categorical variables, and Spearman’s coefficient of correlation for ordinal variables.

## RESULTS

Most kids in the study population were males (57.5%). Most children (83.1%) were 37 to 60 months old. 67% belonged to socioeconomic level 2 (on a scale of 1 to 6) and 51.8% were living in urban areas. There was a prevalence of ECC of 64.3% (95% CI 60.3%-68,3%) and a prevalence of S-ECC of 54% (95% CI 49.8%-58,2%). The median DMFT index was 2, with a range of 0-16. In terms ICDAS criteria, the prevalence of dental caries was 92%.

Table 1 shows the results of the tests of association between sociodemographic variables and ECC. Sex, age group, educational level and the type of coverage by the social security system showed no statistically significant association with ECC ( $p > 0.05$ ).

Tabla 1. Distribución porcentual de CIT y CIT severa según variables sociodemográficas

| Variables                                 | CIT |      | CIT severa |      | Sin caries |      | Total |      | % CIT | Valor p <sup>y</sup> | % CIT severa | Valor p <sup>z</sup> |
|---|-----|------|------------|------|------------|------|-------|------|-------|----------------------|--------------|----------------------|
|   | n   | %    | n          | %    | n          | %    | n     | %    |       |                      |              |                      |
| <b>Sexo</b>                               |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Femenino                                  | 142 | 40,5 | 117        | 39,7 | 90         | 46,2 | 232   | 42,5 | 61,2  | 0,197                | 50,4         | 0,147                |
| Masculino                                 | 209 | 59,5 | 178        | 60,3 | 105        | 53,8 | 314   | 57,5 | 66,6  |                      | 56,7         |                      |
| <b>Grupo de edad (meses)</b>              |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| < 24                                      | 1   | 0,3  | 1          | 0,3  | 0          | 0,0  | 1     | 0,2  | 100,0 | 0,102                | 100,0        | 0,196                |
| 24-36                                     | 49  | 14,0 | 45         | 15,3 | 42         | 21,5 | 91    | 16,7 | 53,8  |                      | 49,5         |                      |
| 37-48                                     | 147 | 41,9 | 117        | 39,7 | 76         | 39,0 | 223   | 40,8 | 65,9  |                      | 52,5         |                      |
| 49-60                                     | 154 | 43,9 | 132        | 44,7 | 77         | 39,5 | 231   | 42,3 | 66,7  |                      | 57,1         |                      |
| <b>Estrato socioeconómico<sup>1</sup></b> |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| 1   | 84  | 23,9 | 69         | 23,4 | 29         | 14,9 | 113   | 20,7 | 74,3  | 0,025                | 61,1         | 0,047                |
| 2   | 226 | 64,4 | 195        | 66,1 | 140        | 71,8 | 366   | 67,0 | 61,7  |                      | 53,3         |                      |
| 3   | 37  | 10,5 | 28         | 9,5  | 24         | 12,3 | 61    | 11,2 | 60,7  |                      | 45,9         |                      |
| En blanco                                 | 4   | 1,1  | 3          | 1,0  | 2          | 1,0  | 6     | 1,1  | 66,7  |                      | 50,0         |                      |
| <b>Nivel educativo</b>                    |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Ninguno                                   | 3   | 0,9  | 3          | 1,0  | 1          | 0,5  | 4     | 0,7  | 75,0  | 0,681                | 75,0         | 0,885                |
| Primaria                                  | 132 | 37,6 | 111        | 37,6 | 77         | 39,5 | 209   | 38,3 | 63,2  |                      | 53,1         |                      |
| Secundaria                                | 201 | 57,3 | 168        | 56,9 | 109        | 55,9 | 310   | 56,8 | 64,8  |                      | 54,2         |                      |
| Técnico                                   | 10  | 2,8  | 8          | 2,7  | 4          | 2,1  | 14    | 2,6  | 71,4  |                      | 57,1         |                      |
| Universitario                             | 1   | 0,3  | 1          | 0,3  | 1          | 0,5  | 2     | 0,4  | 50,0  |                      | 50,0         |                      |
| En blanco                                 | 4   | 1,1  | 4          | 1,4  | 3          | 1,5  | 7     | 1,3  | 57,1  |                      | 57,1         |                      |

<sup>1</sup> Estrato socioeconómico: 1 bajo-bajo, 2 bajo, 3 medio-bajo, 4 medio-alto, 5 alto.

<sup>y</sup> Valor de *p* para la asociación entre CIT y variables sociodemográficas

<sup>z</sup> Valor de *p* para la asociación entre CIT severa y variables sociodemográficas

Table 1. Percentage distribution of ECC and S-ECC according to socio-demographic variables

| Variables                              | ECC |      | S-ECC |      | Caries-free |      | Total |      | % ECC | p-value <sup>y</sup> | % S-ECC | p-value <sup>z</sup> |
|--|-----|------|-------|------|-------------|------|-------|------|-------|----------------------|---------|----------------------|
|  | n   | %    | n     | %    | n           | %    | n     | %    |       |                      |         |                      |
| <b>Sex</b>                             |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Female                                 | 142 | 40.5 | 117   | 39.7 | 90          | 46.2 | 232   | 42.5 | 61.2  | 0.197                | 50.4    | 0.147                |
| Male                                   | 209 | 59.5 | 178   | 60.3 | 105         | 53.8 | 314   | 57.5 | 66.6  |                      | 56.7    |                      |
| <b>Age group (months)</b>              |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| < 24                                   | 1   | 0.3  | 1     | 0.3  | 0           | 0.0  | 1     | 0.2  | 100.0 | 0.102                | 100.0   | 0.196                |
| 24-36                                  | 49  | 14.0 | 45    | 15.3 | 42          | 21.5 | 91    | 16.7 | 53.8  |                      | 49.5    |                      |
| 37-48                                  | 147 | 41.9 | 117   | 39.7 | 76          | 39.0 | 223   | 40.8 | 65.9  |                      | 52.5    |                      |
| 49-60                                  | 154 | 43.9 | 132   | 44.7 | 77          | 39.5 | 231   | 42.3 | 66.7  |                      | 57.1    |                      |
| <b>Socioeconomic level<sup>1</sup></b> |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| 1                                      | 84  | 23.9 | 69    | 23.4 | 29          | 14.9 | 113   | 20.7 | 74.3  | 0.025                | 61.1    | 0.047                |
| 2                                      | 226 | 64.4 | 195   | 66.1 | 140         | 71.8 | 366   | 67.0 | 61.7  |                      | 53.3    |                      |
| 3                                      | 37  | 10.5 | 28    | 9.5  | 24          | 12.3 | 61    | 11.2 | 60.7  |                      | 45.9    |                      |
| Blank                                  | 4   | 1.1  | 3     | 1.0  | 2           | 1.0  | 6     | 1.1  | 66.7  |                      | 50.0    |                      |
| <b>Educational level</b>               |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| None                                   | 3   | 0.9  | 3     | 1.0  | 1           | 0.5  | 4     | 0.7  | 75.0  | 0.681                | 75.0    | 0.885                |
| Primary                                | 132 | 37.6 | 111   | 37.6 | 77          | 39.5 | 209   | 38.3 | 63.2  |                      | 53.1    |                      |
| Secondary                              | 201 | 57.3 | 168   | 56.9 | 109         | 55.9 | 310   | 56.8 | 64.8  |                      | 54.2    |                      |
| Technical                              | 10  | 2.8  | 8     | 2.7  | 4           | 2.1  | 14    | 2.6  | 71.4  |                      | 57.1    |                      |
| University                             | 1   | 0.3  | 1     | 0.3  | 1           | 0.5  | 2     | 0.4  | 50.0  |                      | 50.0    |                      |
| Blank                                  | 4   | 1.1  | 4     | 1.4  | 3           | 1.5  | 7     | 1.3  | 57.1  |                      | 57.1    |                      |

<sup>1</sup> Socio-economic level: 1 low-low, 2 low, 3 medium-low, 4 medium-high, 5 high.

<sup>y</sup> *p*-value for association between ECC and socio-demographic variables

<sup>z</sup> *p*-value for association between S-ECC and socio-demographic variables

La tabla 2 muestra los resultados de CIT y CIT severa de acuerdo con variables de cuidado e higiene dental. Se encontró asociación estadísticamente significativa entre CIT y visitas al odontólogo y tratamiento ( $p = 0,000$ ). El rango de edad de la primera visita al odontólogo fue de 24 a 35 meses en 48,9% de la muestra. Para este rango de edad, la prevalencia de CIT fue 69,7%. El 1,2% de la muestra no realizaba cepillado de los dientes y el 98,7% tenía índice de placa (O'Leary) mayor a 15%.

Table 2 shows the results of ECC and S-ECC according to the variables of dental care and hygiene. A statistically significant association was found between ECC and visits to the dentist and treatment ( $p = 0.000$ ). The age range for the first visit to the dentist was 24 to 35 months in 48.9% of the sample. For this age range, the prevalence of ECC was 69.7%. 1.2% of the sample did not perform tooth brushing and 98.7% had a plaque index (O'Leary) higher than 15%.

Tabla 2. Distribución porcentual de CIT y CIT severa según variables de hábitos de higiene y visita al odontólogo

| Variables                               | CIT |      | CIT severa |      | Sin caries |      | Total |      | % CIT | Valor p <sup>y</sup> | % CIT severa | Valor p <sup>ε</sup> |
|---|-----|------|------------|------|------------|------|-------|------|-------|----------------------|--------------|----------------------|
|   | n   | %    | n          | %    | n          | %    | n     | %    |       |                      |              |                      |
| <b>Cepillado adecuado</b>               |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí                                      | 236 | 67,2 | 203        | 68,8 | 149        | 76,4 | 385   | 70,5 | 61,3  | 0,024                | 52,7         | 0,346                |
| No                                      | 115 | 32,8 | 92         | 31,2 | 46         | 23,6 | 161   | 29,5 | 71,4  |                      | 57,1         |                      |
| <b>Visita al odontólogo</b>             |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí                                      | 237 | 67,5 | 207        | 70,2 | 101        | 51,8 | 338   | 61,9 | 70,1  | 0,000                | 61,2         | 0,000                |
| No                                      | 114 | 32,5 | 88         | 29,8 | 94         | 48,2 | 208   | 38,1 | 54,8  |                      | 42,3         |                      |
| <b>Ha recibido tratamiento</b>          |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí                                      | 147 | 41,9 | 129        | 43,7 | 19         | 9,7  | 166   | 30,4 | 88,6  | 0,000                | 77,7         | 0,000                |
| No                                      | 204 | 58,1 | 166        | 56,3 | 176        | 90,3 | 380   | 69,6 | 53,7  |                      | 43,7         |                      |
| <b>Visita y tratamiento</b>             |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí                                      | 147 | 41,9 | 129        | 43,7 | 18         | 9,2  | 165   | 30,2 | 89,1  | 0,000                | 78,2         | 0,000                |
| No                                      | 204 | 58,1 | 166        | 56,3 | 177        | 90,8 | 381   | 69,8 | 53,5  |                      | 43,6         |                      |
| <b>Edad a la primera visita (meses)</b> |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| 1-2                                     | 1   | 0,3  | 0          | 0,0  | 0          | 0,0  | 1     | 0,2  | 100,0 | 0,529                | 0,0          | 0,544                |
| 3-4                                     | 3   | 0,9  | 1          | 0,3  | 1          | 0,5  | 4     | 0,7  | 75,0  |                      | 25,0         |                      |
| 5-6                                     | 1   | 0,3  | 1          | 0,3  | 1          | 0,5  | 2     | 0,4  | 50,0  |                      | 50,0         |                      |
| 7-11                                    | 1   | 0,3  | 1          | 0,3  | 0          | 0,0  | 1     | 0,2  | 100,0 |                      | 100,0        |                      |
| 12-23                                   | 44  | 12,5 | 37         | 12,5 | 16         | 8,2  | 60    | 11,0 | 73,3  |                      | 61,7         |                      |
| 24-35                                   | 186 | 53,0 | 166        | 56,3 | 81         | 41,5 | 267   | 48,9 | 69,7  |                      | 62,2         |                      |
| En blanco                               | 115 | 32,8 | 89         | 30,2 | 96         | 49,2 | 211   | 38,6 | 54,5  |                      | 42,2         |                      |

<sup>y</sup> Valor de  $p$  para la asociación entre CIT y variables relacionadas con hábitos de higiene oral

<sup>ε</sup> Valor de  $p$  para la asociación entre CIT severa y variables relacionadas con hábitos de higiene oral

**Table 2. Percentage distribution of ECC and S-ECC according to the variables of hygiene habits and visit to the dentist**

| Variables                          | ECC |      | S-ECC |      | Caries-free |      | Total |      | ECC % | p-value <sup>¥</sup> | % S-ECC | p-value <sup>£</sup> |
|------------------------------------|-----|------|-------|------|-------------|------|-------|------|-------|----------------------|---------|----------------------|
|                                    | n   | %    | n     | %    | n           | %    | n     | %    |       |                      |         |                      |
| <b>Adequate brushing</b>           |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes                                | 236 | 67.2 | 203   | 68.8 | 149         | 76.4 | 385   | 70.5 | 61.3  | 0,024                | 52.7    | 0.346                |
| No                                 | 115 | 32.8 | 92    | 31.2 | 46          | 23.6 | 161   | 29.5 | 71.4  |                      | 57.1    |                      |
| <b>Visit to the dentist</b>        |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes                                | 237 | 67.5 | 207   | 70.2 | 101         | 51.8 | 338   | 61.9 | 70.1  | 0.000                | 61.2    | 0.000                |
| No                                 | 114 | 32.5 | 88    | 29.8 | 94          | 48.2 | 208   | 38.1 | 54.8  |                      | 42.3    |                      |
| <b>Has received treatment</b>      |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes                                | 147 | 41.9 | 129   | 43.7 | 19          | 9.7  | 166   | 30.4 | 88.6  | 0.000                | 77.7    | 0.000                |
| No                                 | 204 | 58.1 | 166   | 56.3 | 176         | 90.3 | 380   | 69.6 | 53.7  |                      | 43.7    |                      |
| <b>Visit and treatment</b>         |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes                                | 147 | 41.9 | 129   | 43.7 | 18          | 9.2  | 165   | 30.2 | 89.1  | 0.000                | 78.2    | 0.000                |
| No                                 | 204 | 58.1 | 166   | 56.3 | 177         | 90.8 | 381   | 69.8 | 53.5  |                      | 43.6    |                      |
| <b>Age at first visit (months)</b> |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| 1-2                                | 1   | 0.3  | 0     | 0.0  | 0           | 0.0  | 1     | 0.2  | 100.0 | 0.529                | 0.0     | 0.544                |
| 3-4                                | 3   | 0.9  | 1     | 0.3  | 1           | 0.5  | 4     | 0.7  | 75.0  |                      | 25.0    |                      |
| 5-6                                | 1   | 0.3  | 1     | 0.3  | 1           | 0.5  | 2     | 0.4  | 50.0  |                      | 50.0    |                      |
| 7-11                               | 1   | 0.3  | 1     | 0.3  | 0           | 0.0  | 1     | 0.2  | 100.0 |                      | 100.0   |                      |
| 12-23                              | 44  | 12.5 | 37    | 12.5 | 16          | 8.2  | 60    | 11.0 | 73.3  |                      | 61.7    |                      |
| 24-35                              | 186 | 53.0 | 166   | 56.3 | 81          | 41.5 | 267   | 48.9 | 69.7  |                      | 62.2    |                      |
| Blank                              | 115 | 32.8 | 89    | 30.2 | 96          | 49.2 | 211   | 38.6 | 54.5  |                      | 42.2    |                      |

<sup>¥</sup>p-value for association between ECC and variables related to oral hygiene habits

<sup>£</sup>p-value for association between S-ECC and oral hygiene-related variables

La tabla 3 muestra la presencia de CIT y CIT severa con respecto a prácticas de lactancia materna y uso del biberón. El uso de biberón y el uso de endulzantes en el biberón se encontraron correlacionados significativamente con CIT severa ( $p = 0,027$ ) y ( $p = 0,028$ ) respectivamente. También se encontró significancia estadística con las variables quedarse dormido con el biberón en la boca ( $p = 0,006$ ) e ingerir alimentos en la noche después de haberse cepillado los dientes ( $p = 0,043$ )

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de la escala abreviada de desarrollo y las variables antropométricas. El consolidado total de la escala mostró un porcentaje del 17,8% de niños en alerta. Se encontró asociación entre este resultado total de la escala y la presencia de CIT, observando que el grupo de alerta presentó el menor porcentaje de CIT ( $p = 0,024$ ). Con relación al indicador peso para la talla (P/T), se observó que cerca del 20% de la muestra se encuentra en sobrepeso y el grupo de desnutrición presenta un mayor porcentaje de CIT en un 73,3% ( $p = 0,034$ ).

Table 3 shows the presence of ECC and S-ECC regarding breastfeeding practices and use of baby bottle. The use of baby bottle and the use of sweeteners in it were found significantly correlated with S-ECC ( $p=0.027$ ) and ( $p=0.028$ ) respectively. Statistical significance was also found in terms of variables “fall asleep with bottle in mouth” ( $p = 0.006$ ) and “food intake in the evening after brushing teeth” ( $p = 0.043$ )

Table 4 shows the results obtained from the abbreviated scale of development and anthropometric variables. The scale showed a total of 17.8% of children in alert. There was association between this total result of the scale and the presence of ECC, noting that the alert group had the lowest percentage of ECC ( $p = 0.024$ ). In relation to the weight-for-length indicator (W/L), nearly 20% of the sample is overweight, and the malnutrition group has a greater percentage of ECC in 73.3% ( $p = 0.034$ ).

Tabla 3. Distribución porcentual de CIT y CIT severa según variables relacionadas con la práctica alimentaria

| Variables  | CIT |      | CIT severa |      | Sin caries |      | Total |      | % CIT | Valor p <sup>¶</sup> | % CIT severa | Valor p <sup>£</sup> |
|--|-----|------|------------|------|------------|------|-------|------|-------|----------------------|--------------|----------------------|
|  | n   | %    | n          | %    | n          | %    | n     | %    |       |                      |              |                      |
| <b>Leche materna</b>                                     |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí   | 324 | 92,3 | 274        | 92,9 | 181        | 92,8 | 505   | 92,5 | 64,2  | 0,672                | 54,3         | 0,830                |
| No   | 27  | 7,7  | 21         | 7,1  | 13         | 6,7  | 40    | 7,3  | 67,5  |                      | 52,5         |                      |
| En blanco  | 0   | 0,0  | 0          | 0,0  | 1          | 0,5  | 1     | 0,2  | 0,0   |                      | 0,0          |                      |
| <b>Hábito del biberón</b>                                |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí   | 266 | 75,8 | 224        | 75,9 | 143        | 73,3 | 409   | 74,9 | 65,0  | 0,434                | 54,8         | 0,475                |
| No   | 79  | 22,5 | 66         | 22,4 | 50         | 25,6 | 129   | 23,6 | 61,2  |                      | 51,2         |                      |
| En blanco  | 6   | 1,7  | 5          | 1,7  | 2          | 1,0  | 8     | 1,5  | 75,0  |                      | 62,5         |                      |
| <b>Horario del biberón</b>                               |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Día  | 130 | 37,0 | 112        | 38,0 | 53         | 27,2 | 183   | 33,5 | 71,0  | 0,065                | 61,2         | 0,027                |
| Noche  | 73  | 20,8 | 58         | 19,7 | 47         | 24,1 | 120   | 22,0 | 60,8  |                      | 48,3         |                      |
| En blanco  | 148 | 42,2 | 125        | 42,4 | 95         | 48,7 | 243   | 44,5 | 60,9  |                      | 51,4         |                      |
| <b>Utiliza o utilizaba azúcar o panela en el biberón</b> |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí   | 226 | 64,4 | 193        | 65,4 | 112        | 57,4 | 338   | 61,9 | 66,9  | 0,062                | 57,1         | 0,028                |
| No   | 35  | 10,0 | 27         | 9,2  | 29         | 14,9 | 64    | 11,7 | 54,7  |                      | 42,2         |                      |
| En blanco  | 90  | 25,6 | 75         | 25,4 | 54         | 27,7 | 144   | 26,4 | 62,5  |                      | 52,1         |                      |
| <b>Duerme o dormía con el biberón</b>                    |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí   | 84  | 23,9 | 78         | 26,4 | 35         | 17,9 | 119   | 21,8 | 70,6  | 0,135                | 65,5         | 0,006                |
| No   | 179 | 51,0 | 144        | 48,8 | 106        | 54,4 | 285   | 52,2 | 62,8  |                      | 50,5         |                      |
| En blanco  | 88  | 25,1 | 73         | 24,7 | 54         | 27,7 | 142   | 26,0 | 62,0  |                      | 51,4         |                      |
| <b>Recibe alimento en la noche después del cepillado</b> |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Sí   | 95  | 27,1 | 80         | 27,1 | 34         | 17,4 | 129   | 23,6 | 73,6  | 0,012                | 62,0         | 0,043                |
| No   | 242 | 68,9 | 204        | 69,2 | 152        | 77,9 | 394   | 72,2 | 61,4  |                      | 51,8         |                      |
| En blanco  | 14  | 4,0  | 11         | 3,7  | 9          | 4,6  | 23    | 4,2  | 60,9  |                      | 47,8         |                      |

¶ Valor de p para la asociación entre CIT y variables de práctica alimentaria

£ Valor de p para la asociación entre CIT severa y variables de práctica alimentaria

Tabla 4. Distribución porcentual de CIT y CIT severa según la escala abreviada de desarrollo y variables antropométricas

| Variables                        | CIT |      | CIT severa |      | Sin caries |      | Total |      | % CIT | Valor p <sup>¶</sup> | % CIT severa | Valor p <sup>£</sup> |
|----------------------------------|-----|------|------------|------|------------|------|-------|------|-------|----------------------|--------------|----------------------|
|                                  | n   | %    | n          | %    | n          | %    | n     | %    |       |                      |              |                      |
| <b>Escala de neurodesarrollo</b> |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Alerta                           | 53  | 15,1 | 47         | 15,9 | 44         | 22,6 | 97    | 17,8 | 54,6  | 0,024                | 48,5         | 0,177                |
| Medio                            | 223 | 63,5 | 187        | 63,4 | 114        | 58,5 | 337   | 61,7 | 66,2  |                      | 55,5         |                      |
| Medio-alto                       | 69  | 19,7 | 57         | 19,3 | 30         | 15,4 | 99    | 18,1 | 69,7  |                      | 57,6         |                      |
| Alto                             | 1   | 0,3  | 1          | 0,3  | 0          | 0,0  | 1     | 0,2  | 100,0 |                      | 100,0        |                      |
| En blanco                        | 5   | 1,4  | 3          | 1,0  | 7          | 3,6  | 12    | 2,2  | 41,7  |                      | 25,0         |                      |
| <b>Peso / Talla</b>              |     |      |            |      |            |      |       |      |       |                      |              |                      |
| Desnutrición                     | 11  | 3,1  | 10         | 3,4  | 4          | 2,1  | 15    | 2,7  | 73,3  | 0,034                | 66,7         | 0,212                |
| Normal                           | 244 | 69,5 | 202        | 68,5 | 118        | 60,5 | 362   | 66,3 | 67,4  |                      | 55,8         |                      |
| Sobrepeso                        | 62  | 17,7 | 52         | 17,6 | 46         | 23,6 | 108   | 19,8 | 57,4  |                      | 48,1         |                      |
| Obesidad                         | 23  | 6,6  | 22         | 7,5  | 16         | 8,2  | 39    | 7,1  | 59,0  |                      | 56,4         |                      |
| En blanco                        | 11  | 3,1  | 9          | 3,1  | 11         | 5,6  | 22    | 4,0  | 50,0  |                      | 40,9         |                      |

¶ Valor de p para la asociación entre CIT y variables del examen médico

£ Valor de p para la asociación entre CIT severa y variables del examen médico

**Table 3. Percentage distribution of ECC and S-ECC according to variables related to feeding practices**

| Variables  | ECC |      | S-ECC |      | Caries-free |      | Total |      | ECC % | p-value <sup>¥</sup> | % S-ECC | p-value <sup>£</sup> |
|--|-----|------|-------|------|-------------|------|-------|------|-------|----------------------|---------|----------------------|
|  | n   | %    | n     | %    | n           | %    | n     | %    |       |                      |         |                      |
| <b>Breast milk</b>                                     |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes  | 324 | 92.3 | 274   | 92.9 | 181         | 92.8 | 505   | 92.5 | 64.2  | 0.672                | 54.3    | 0.830                |
| No   | 27  | 7.7  | 21    | 7.1  | 13          | 6.7  | 40    | 7.3  | 67.5  |                      | 52.5    |                      |
| Blank  | 0   | 0.0  | 0     | 0.0  | 1           | 0.5  | 1     | 0.2  | 0.0   |                      | 0.0     |                      |
| <b>Habit of baby bottle</b>                            |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes  | 266 | 75.8 | 224   | 75.9 | 143         | 73.3 | 409   | 74.9 | 65.0  | 0.434                | 54.8    | 0.475                |
| No   | 79  | 22.5 | 66    | 22.4 | 50          | 25.6 | 129   | 23.6 | 61.2  |                      | 51.2    |                      |
| Blank  | 6   | 1.7  | 5     | 1.7  | 2           | 1.0  | 8     | 1.5  | 75.0  |                      | 62.5    |                      |
| <b>Schedule of baby bottle</b>                         |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Day  | 130 | 37.0 | 112   | 38.0 | 53          | 27.2 | 183   | 33.5 | 71.0  | 0.065                | 61.2    | 0.027                |
| Night  | 73  | 20.8 | 58    | 19.7 | 47          | 24.1 | 120   | 22.0 | 60.8  |                      | 48.3    |                      |
| Blank  | 148 | 42.2 | 125   | 42.4 | 95          | 48.7 | 243   | 44.5 | 60.9  |                      | 51.4    |                      |
| <b>Uses or used sugar or brown sugar in the bottle</b> |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes  | 226 | 64.4 | 193   | 65.4 | 112         | 57.4 | 338   | 61.9 | 66.9  | 0.062                | 57.1    | 0.028                |
| No   | 35  | 10.0 | 27    | 9.2  | 29          | 14.9 | 64    | 11.7 | 54.7  |                      | 42.2    |                      |
| Blank  | 90  | 25.6 | 75    | 25.4 | 54          | 27.7 | 144   | 26.4 | 62.5  |                      | 52.1    |                      |
| <b>Sleeps or used to sleep with the baby bottle</b>    |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes  | 84  | 23.9 | 78    | 26.4 | 35          | 17.9 | 119   | 21.8 | 70.6  | 0.135                | 65.5    | 0.006                |
| No   | 179 | 51.0 | 144   | 48.8 | 106         | 54.4 | 285   | 52.2 | 62.8  |                      | 50.5    |                      |
| Blank  | 88  | 25.1 | 73    | 24.7 | 54          | 27.7 | 142   | 26.0 | 62.0  |                      | 51.4    |                      |
| <b>Food intake at night after brushing</b>             |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Yes  | 95  | 27.1 | 80    | 27.1 | 34          | 17.4 | 129   | 23.6 | 73.6  | 0.012                | 62.0    | 0.043                |
| No   | 242 | 68.9 | 204   | 69.2 | 152         | 77.9 | 394   | 72.2 | 61.4  |                      | 51.8    |                      |
| Blank  | 14  | 4.0  | 11    | 3.7  | 9           | 4.6  | 23    | 4.2  | 60.9  |                      | 47.8    |                      |

<sup>¥</sup>p-value for association between ECC and variables related to feeding practices

<sup>£</sup>p-value for association between S-ECC and variables related to feeding practices

**Table 4. Percentage distribution of ECC and S-ECC according to the abbreviated scale of development and anthropometric variables**

| Variables                       | ECC |      | S-ECC |      | Caries-free |      | Total |      | ECC % | p-value <sup>¥</sup> | S-ECC % | p-value <sup>£</sup> |
|---------------------------------|-----|------|-------|------|-------------|------|-------|------|-------|----------------------|---------|----------------------|
|                                 | n   | %    | n     | %    | n           | %    | n     | %    |       |                      |         |                      |
| <b>Neurodevelopmental scale</b> |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Alert                           | 53  | 15.1 | 47    | 15.9 | 44          | 22.6 | 97    | 17.8 | 54.6  | 0,024                | 48.5    | 0.177                |
| Medium                          | 223 | 63.5 | 187   | 63.4 | 114         | 58.5 | 337   | 61.7 | 66.2  |                      | 55.5    |                      |
| Medium-high                     | 69  | 19.7 | 57    | 19.3 | 30          | 15.4 | 99    | 18.1 | 69.7  |                      | 57.6    |                      |
| High                            | 1   | 0.3  | 1     | 0.3  | 0           | 0.0  | 1     | 0.2  | 100.0 |                      | 100.0   |                      |
| Blank                           | 5   | 1.4  | 3     | 1.0  | 7           | 3.6  | 12    | 2.2  | 41.7  |                      | 25.0    |                      |
| <b>Weight / Length</b>          |     |      |       |      |             |      |       |      |       |                      |         |                      |
| Malnutrition                    | 11  | 3.1  | 10    | 3.4  | 4           | 2.1  | 15    | 2.7  | 73.3  | 0.034                | 66.7    | 0.212                |
| Normal                          | 244 | 69.5 | 202   | 68.5 | 118         | 60.5 | 362   | 66.3 | 67.4  |                      | 55.8    |                      |
| Overweight                      | 62  | 17.7 | 52    | 17.6 | 46          | 23.6 | 108   | 19.8 | 57.4  |                      | 48.1    |                      |
| Obesity                         | 23  | 6.6  | 22    | 7.5  | 16          | 8.2  | 39    | 7.1  | 59.0  |                      | 56.4    |                      |
| Blank                           | 11  | 3.1  | 9     | 3.1  | 11          | 5.6  | 22    | 4.0  | 50,0  |                      | 40.9    |                      |

<sup>¥</sup>p-value for association between ECC and variables of medical examination

<sup>£</sup>p-value for association between S-ECC and variables of medical examination

## DISCUSIÓN

En los 546 niños y niñas pertenecientes a los Hogares Comunitarios del ICBF-Zona Zipaquirá se encontraron prevalencias de CIT y CIT severa que superan el 64 y el 50% respectivamente. Tal como se ha visto en otras poblaciones, la caries dental en niños en edad preescolar sigue siendo un problema, y es más preocupante el porcentaje alto de CIT severa, teniendo en cuenta cómo se afecta la calidad de vida y el riesgo de desarrollar caries dental en la dentición permanente.<sup>14, 20</sup> Los hábitos de higiene oral reportaron, a través de la encuesta, que tanto las madres como los niños se cepillaban al menos 1 vez al día en un 68,8%, y en el examen clínico se observó un índice de O'Leary del 98,7%. Esto indica que el cepillado tiene un efecto diferente en cada individuo y la frecuencia del mismo no necesariamente se ve reflejada en una remoción eficaz de la biopelícula.<sup>21</sup>

Se indagó sobre los hábitos de higiene oral de la madre porque ellas replican estas prácticas en sus hijos. Contrariamente a lo esperado, no se encontró asociación de la CIT con el índice de O'Leary, el hábito del biberón en los niños, ni con el nivel educativo de la madre. Sin embargo, los resultados del estudio son consistentes con la literatura, en la que se muestra que un mejoramiento en los conocimientos sobre la salud no conduce a largo plazo a cambios en los comportamientos.<sup>14, 22</sup>

El 74,9% del grupo de estudio reportó uso de biberón con una asociación estadísticamente significativa entre CIT severa, horario de consumo de biberón en la noche, biberón endulzado y hábito de dormir con éste. Esta misma asociación fue reportada por Reissie y Douglas,<sup>23</sup> Tinanoff<sup>24</sup> y Declerck y colaboradores.<sup>25</sup> Los factores dietéticos asociados significativamente a la CIT severa se relacionan con la frecuencia, el tiempo y la cantidad de consumo de azúcar. En 1956, Schneyer y colaboradores<sup>26</sup> demostraron que la capacidad del tampón y las propiedades antimicrobianas de la saliva están estrechamente relacionadas con las tasas de flujo de saliva. Las prácticas de alimentación que incluyen la ingesta frecuente de azúcares en la noche, cuando el flujo salivar disminuye, producen un aumento en el riesgo de CIT.<sup>27</sup>

## DISCUSSION

Among the 546 children belonging to the ICBF community homes in Zipaquirá there were prevalence levels of ECC and S-ECC over 64 and 50% respectively. As seen in other populations, dental caries in preschool-age children remains a problem, and the high percentage of S-ECC is even more worrisome, considering that it affects the quality of life and the risk of developing dental caries in permanent teeth.<sup>14, 20</sup> According to the survey, oral hygiene habits showed that both mothers and children brushed at least 1 time a day in 68.8%, and the clinical examination yielded an O'Leary's index of 98.7%. This shows that brushing has a different effect in each individual and its frequency does not necessarily result in effective removal of biofilm.<sup>21</sup>

The mothers' oral hygiene habits were included because they replicate these practices in their children. Contrary to expectations, no association was found between ECC and O'Leary's index, the habit of baby bottle, or the mothers' educational level. However, the results of the present study are consistent with the literature, which shows that an improvement in health knowledge does not lead to long-term changes in behaviors.<sup>14, 22</sup>

74.9% of the study group reported use of baby bottle, with a statistically significant association with S-ECC, hours of consumption of bottle in the night, sweetened bottle and the habit of sleeping with it. This same association was reported by Reissie and Douglas,<sup>23</sup> Tinanoff<sup>24</sup> and Declerck et al.<sup>25</sup> Dietary factors significantly associated with S-ECC are related to the frequency, time and amount of sugar consumption. In 1956, Schneyer et al.<sup>26</sup> showed that bottle's teat capacity and the antimicrobial saliva properties are closely related to saliva flow rates. Feeding practices including the frequent intake of sugars at night, when salivary flow decreases, produce an increased risk for ECC.<sup>27</sup>



A pesar de que el 87,4% de la población estudiada se encuentra dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), el 59,9% de los infantes fueron llevados al odontólogo después del primer año de vida. Es probable que se lleven más a la consulta odontológica para recibir un tratamiento restaurador y no preventivo, lo que concuerda con Finlayson y colaboradores.<sup>12</sup> Esta situación puede ser consecuencia de la falta de información de los padres acerca de la política pública y de las estrategias que se desarrollan para el cuidado de la salud oral como un contribuyente a la salud integral en la primera infancia.<sup>28</sup>

En cuanto a la valoración por medio de la escala abreviada de neurodesarrollo, en la sumatoria de las cuatro áreas se encontró una prevalencia del 80%, que corresponde o está por encima del rango medio de calificación. Sin embargo, la prevalencia de alerta es de 17,8%, siendo la audición y lenguaje el área más comprometida. Es decir, cerca de uno de cada cinco niños en la población estudiada amerita una valoración y cuidado detallado por la red de servicios de seguridad social dispuestos para procurar el adecuado cuidado, y requiere de una intervención competente que aborde la alerta existente en el tema de neurodesarrollo. Sin embargo, se encuentra asociación estadísticamente significativa entre CIT y mejores resultados del neurodesarrollo según la EAD.

Adicionalmente, la caries dental en la primera infancia afecta la calidad de vida, y como consecuencia puede influir en el comportamiento del niño, lo cual coincide con Abanto y colaboradores, quienes concluyeron que la gravedad de la caries de la infancia temprana y un bajo nivel socioeconómico tienen un impacto negativo en la calidad de vida de los preescolares.<sup>29</sup>

La elevada prevalencia en las alteraciones del crecimiento y el desarrollo corresponde a acciones evitables con actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad. Supone además evitar que las condiciones detectadas empeoren y que las potenciales secuelas no incidan negativamente en la futura adaptación a una forma de vida autónoma y productiva. Definir estos procesos de una manera articulada y evidenciable dentro de

Although 87.4% of the study population is covered by the General System of Social Security in Health (SGSSS for its Spanish initials), 59.9% of infants were brought to the dentist after the first year of life. They may be brought to dental consultation to receive a restorative treatment instead of a preventative one, agreeing with Finlayson et al.<sup>12</sup> This condition can be the result of the parents' lack of information about public policy and the strategies developed to care for the oral health as a contributor to the overall health in early childhood.<sup>28</sup>

As for evaluation in terms of the neurodevelopment abbreviated scale, the sum of the four areas showed a prevalence of 80%, which corresponds or is beyond the range of qualification. However, the prevalence of alert is 17.8%, with hearing and language being the most affected area. This means that about one in every five children in the study population requires assessment and detailed care by the social security network to ensure proper care, as well as a competent intervention addressing the existing neurodevelopmental alert. However, there is a statistically significant association between ECC and better neurodevelopmental scores.

In addition, early childhood caries affects the quality of life, and thus can influence children's behavior, agreeing with Abanto et al, who concluded that the severity of early childhood caries and a low socioeconomic level both have a negative impact on the quality of life of preschoolers.<sup>29</sup>

The high prevalence of growth and developmental alterations corresponds to avoidable actions with health promotion and disease prevention activities. It also implies avoiding the worsening of detected conditions and that the potential consequences do not negatively influence the future adaptation to a form of autonomous and productive life. Defining these processes in an articulated and clear manner

las políticas públicas es un objetivo que contribuye a la disminución de las inequidades evitables y que, combinado con una educación de calidad, puede llevar a la generación del capital humano necesario para el desarrollo de la sociedad.

Según Franco,<sup>30</sup> con relación a la salud bucal, los diferentes programas preventivos y resolutivos se han concentrado en la población escolar, dejando de lado las necesidades prioritarias de atención para la población menor de 5 años. La población socioeconómicamente vulnerable resulta más afectada en cuanto a la presencia de patologías orales, así como mayores dificultades de acceder a los servicios de salud oral. Adicionalmente, es frecuente observar en los padres y cuidadores principales el desconocimiento de la importancia de las condiciones bucodentales de la población en la primera infancia, debido al carácter temporal de la dentición.<sup>31</sup>

Es importante comentar las fortalezas y limitaciones de este estudio. Se contó con un equipo multidisciplinario que permitió el abordaje integral del problema de salud de interés. En segundo lugar, se debe tener en cuenta la poca probabilidad de haber incurrido en sesgo de selección, dado el tipo de muestreo utilizado. Como limitaciones, a pesar del tamaño de muestra recolectado no se establecieron relaciones causales debido al diseño del estudio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados derivados de este trabajo corroboran la relevancia de la CIT como una enfermedad altamente prevalente. En este estudio, la CIT fue particularmente frecuente en poblaciones con bajos ingresos e inadecuados hábitos de higiene oral y de visita al odontólogo.

Es imperativo ofrecer un abordaje integral al cuidado de los problemas prevalentes de la infancia, que vaya más allá de la supervivencia, buscando alcanzar la garantía del derecho al desarrollo de las potencialidades. Más aún, la educación de los diferentes cuidadores

within public policies is a goal that contributes to the reduction of avoidable inequalities and which, combined with quality education, can lead to the generation of the necessary human capital for the development of society.

According to Franco<sup>30</sup> in relation to oral health, the various preventive and correcting programs have focused on the school population, ignoring the priority care needs of the population under 5 years of age. The socio-economically vulnerable population is most affected in terms of the presence of oral diseases, as well as difficult access to oral health services. It is also common for parents and primary caregivers to ignore the importance of the oral and dental conditions of early childhood population, due to the temporary nature of dentition.<sup>31</sup>

Is important to note the strengths and limitations of this study. This was a multidisciplinary team which allowed the comprehensive approach to the health problem of interest. It should also be noted that there was an unlikely possibility of incurring in selection bias, given the type of sample used. As limitations, despite sample size no causal relationships were established due to the study design.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The results of this study corroborate the relevance of ECC as a highly prevalent disease. In this study, ECC was particularly frequent in populations with low income and inadequate oral hygiene habits and visits to the dentist.

It is crucial to offer a comprehensive approach to the attention given to prevalent childhood health problems beyond mere survival, seeking to secure the right to developing the person's potentials. Moreover, the education offered to caregivers

debe conducir a la activación de un sistema integral de intervención que restablezca, hasta donde sea posible, el derecho individual a la salud que se integre armónicamente desde el ambiente a la pendiente de la conquista de su dotación biológica.

## AGRADECIMIENTO

A la doctora Marta Lucía Caycedo, quien con su dedicación, entrega y calidez fue un pilar importante para la culminación exitosa de este proyecto.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Carmenza Macías  
Institución Universitaria Colegios de Colombia, Departamento de Investigaciones  
(+57) 315 864 8964  
cmaciasgutierrez@gmail.com  
Autopista Norte Km 20  
Bogotá, Colombia.

should lead to the activation of a comprehensive system of intervention restoring the individual's right to health and to the achievement of his/her biological capabilities.

## ACKNOWLEDGMENT

To doctor Marta Lucía Caycedo, whose commitment and warmth dedication was essential for the successful completion of this project.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Carmenza Macías  
Institución Universitaria Colegios de Colombia, Departamento de Investigaciones  
(+57) 315 864 8964  
cmaciasgutierrez@gmail.com  
Autopista Norte Km 20  
Bogotá, Colombia.

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Burt BA, Pai S. Does low birth weight increase the risk of caries? A systematic review. *J Dent Educ* 2001; 65(10): 1024-1027
2. Sheiham A. Dental caries affects body weight, growth and quality of life in pre-school children. *Br Dent J* 2006; 201(10): 625-626.
3. American Academy on Pediatric Dentistry, American Academy of Pediatrics. Policy on early childhood caries (ECC): classifications, consequences, and preventive strategies. *Pediatr Dent* 2008-2009; 30(7 Suppl): 40-43.
4. Franco AM, Santamaría A, Kurzer E, Castro L, Giraldo M. El menor de seis años: situación de caries y conocimientos y prácticas de cuidado bucal de sus madres. *Rev CES Odont* 2004; 17(1): 19-29.
5. Saldarriaga A, Arango CM, Cossio M, Arenas A, Mejía C, Mejía E et al. Prevalencia de caries dental en preescolares con dentición decidua Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Rev CES Odont* 2009; 22(2): 27-34
6. Ramírez BS, Escobar G, Franco AM, Martínez MC, Gómez L. Caries de la infancia temprana en niños de uno a cinco años. Medellín, Colombia, 2008. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2011; 22(2): 164-172.
7. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. IV Estudio Nacional de Salud Bucal. ENSAB IV: Situación en Salud Bucal. Minsalud: Bogotá, 2014.

8. Berkowitz R. Causes, treatment and prevention of early childhood caries: a microbiologic perspective. *J Can Dent Assoc* 2003; 69(5): 304-307.
9. Griffin SO, Gooch BF, Beltrán E, Sutherland JN, Barsley R. Dental services, cost, and factor associated with hospitalization for medicaid-eligible children, Louisiana 1996-97. *J Public Health Dent* 2000; 60(1): 21-27.
10. Schwartz S. A one-year statistical analysis of dental emergencies in a pediatric hospital. *J Can Dent Assoc* 1994; 60(11): 959-968.
11. Vanobbergen J, Martens L, Lesaffre E, Bogaerts K, Declerck D. The value of baseline multiple caries risk assessment model in the primary dentition for the prediction of caries incidence in the permanent dentition. *Caries Res* 2001; 35(6): 442-450.
12. Finlayson TL, Siefert K, Ismail AI, Sohn W. Psychosocial factors and early childhood caries among low-income African-American children in Detroit. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007; 35(6): 439-448.
13. Williamson R, Oueis H, Casamassimo PS, Thikkurissy S. Association between early childhood caries and behavior as measured by the Child Behavior Checklist. *Pediatr Dent* 2008; 30(6): 505-509.
14. Colak H, Dülgergil CT, Dalli M, Hamidi MM. Early childhood caries update: a review of causes, diagnosis and treatments. *J Nat Sci Biol Med* 2013; 4(1): 29-38
15. Douglass JM, Douglass AB, Silk HJ. A practical guide to infant oral health. *Am Fam Physician* 2004; 70(11): 2113-2120.
16. Sheiham A. Dental caries affects body weight, growth and quality of life in pre-school children. *Br Dent J* 2006; 201(10): 625-626.
17. Kay EJ, Locker D. A systematic review of the effectiveness of health promotion aimed at improving oral health. *Community Dent Health* 1998; 15(3): 132-144.
18. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Methods and development: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Geneva: World Health Organization, 2006.
19. Colombia. Ministerio de Salud. Escala abreviada de desarrollo. Bogotá: Minsalud, 1999.
20. Núñez FL, Sanz BJ, Mejía LG. Caries dental y desarrollo infantil temprano. Estudio piloto. *Rev Chil Pediatr* 2015; 86(1): 38-42
21. Nyvad B. The role of oral hygiene. En: Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E (Eds). *Dental caries: The disease and its clinical management*. 3 ed. Singapore: Wiley-Blackwell, 2015. p. 277-285.
22. Kay EJ, Locker D. Is dental health education effective? A systematic review of current evidence. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996; 24(4): 231-235.
23. Reissie S, Douglass JM. Psychosocial and behavioral issues in early childhood caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26(1 Supl): 32-44.
24. Tinanoff N, Palmer CA. Dietary determinants of dental caries and dietary recommendations for preschool children. *J Public Health Dent* 2000; 60(3): 197-206.
25. Declerck D, Leroy R, Martens L, Lesaffre E, Garcia-Zattera MJ, Vanden-Broucke S et al. Factors associated with prevalence and severity of caries experience in preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2008; 36(2): 168-178.
26. Schneyer LH, Pigman W, Hanahan L, Gilmore RW. Rate of human parotid, sublingual, and submaxillary secretions during sleep. *J Dent Res* 1956; 35(1): 109-114.
27. Milgrom P, Riedy CA, Weinstein P, Tanner AC, Manibusan L, Bruss J. Dental caries and its relationship to bacterial infection, hypoplasia, diet, and oral hygiene in 6- to 36-month-old children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28(4): 295-306.
28. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución número 412 de 2000 (febrero 25): Por la cual se establecen las actividades, procedimientos e intervenciones de demanda inducida y obligatorio cumplimiento y se adoptan las normas técnicas y guías de atención para el desarrollo de las acciones de protección específica y detección temprana y la atención de enfermedades de interés en salud pública. Bogotá: Minsalud, 2000.
29. Abanto J, Carvalho TS, Mendes FM, Wanderley MT, Bönecker M, Raggio DP. Impact of oral diseases and disorders on oral health-related quality of life of preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2011; 39(2): 105-114.
30. Franco AM, Ramírez S, Escobar G, Isaac M, Londoño PA. Barreras de acceso a los servicios odontológicos de niños y niñas menores de 6 años pertenecientes a familias desplazadas. *Rev CES Odont* 2010; 23(2): 41-48.
31. Medina-Solís CE, Maupomé G, Ávila-Burgos L, Casanova-Rosado JF, Vallejos-Sánchez AA, Segovia-Villanueva A. Utilización de servicios odontológicos de salud por niños menores de cinco años con seguridad social. *Rev Mex Pediatr* 2004; 71(5): 222-228.

RETENEDORES FIJOS EN ORTODONCIA. REVISIÓN SISTEMÁTICA

ORTHODONTIC FIXED RETAINERS. A SYSTEMATIC REVIEW

ISAAC WASSERMAN<sup>1</sup>, KARINA FERRER<sup>2</sup>, JESÚS GUALDRÓN<sup>2</sup>, NANCY JIMÉNEZ<sup>2</sup>, LAURA MATEOS<sup>2</sup>

**RESUMEN. Introducción:** el objetivo del presente estudio consistió en evaluar los efectos periodontales de los retenedores fijos a largo plazo. **Métodos:** se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas (PubMed, Cochrane Library, Science Direct, Embase, ProQuest, Ebsco, Biomed Central, Medline, Lilacs y Google Scholar) y una búsqueda manual sin restricción de lenguaje. Los criterios de inclusión fueron: ensayos clínicos aleatorizados y metaanálisis, estudios prospectivos y retrospectivos, estudios en humanos, estudios en los que se evaluara clínica y radiográficamente el periodonto, periodo comprendido entre 1987 y 2014, seguimiento hasta 10 años. Cuatro autores extrajeron independientemente los datos de los estudios seleccionados. **Resultados:** después de aplicar los criterios de inclusión, se seleccionaron 4 estudios en los que se evaluaron un total de 405 pacientes. Todos los estudios fueron longitudinales retrospectivos. Se encontró una mayor prevalencia de recesiones gingivales, especialmente de los incisivos mandibulares, que son más vulnerables. No mostraron cambios significativos ni el índice de hueso alveolar ni el índice de cálculo. La tasa de supervivencia de los retenedores fijos fue mayor del 50%. Debido a la heterogeneidad de los estudios seleccionados, entre los cuales se encuentra la diferencia en la población de estudio, diferencias en los métodos para evaluar la intervención y el tiempo de seguimiento, fue imposible cuantificar las variables para realizar un metaanálisis. **Conclusiones:** los estudios seleccionados tuvieron un nivel de evidencia medio. Se presentan mayores recesiones gingivales con el uso de los retenedores fijos a largo plazo; sin embargo, no hay alteración del nivel óseo alveolar. Los estudios recomiendan incentivar al paciente para que mantenga una buena higiene oral. Los resultados de esta revisión se deben tomar con cautela por el nivel de evidencia que arrojaron, y la recomendación general para el clínico es que, a largo plazo, estos retenedores parecen ser seguros para mantener el alineamiento de incisivos mandibulares, aunque se requieren más estudios con mayor rigor científico. No hubo conflictos de intereses y la investigación no contó con ningún tipo de financiamiento.

**Palabras clave:** retenedor, brackets, índice periodontal, retención, aparatos ortodónticos.

Wasserman I, Ferrer K, Gualdrón J, Jiménez N, Mateos L. Retenedores fijos en ortodoncia. Revisión sistemática. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 139-157. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a8>

**ABSTRACT. Introduction:** the objective of this study was to evaluate the periodontal effects of fixed retainers in the long term. **Methods:** a search in electronic databases (PubMed, Cochrane Library, Science Direct, Embase, ProQuest, Ebsco, Biomed Central, Medline, Lilacs, and Google Scholar) and a manual search with no language restrictions. The inclusion criteria were: randomized clinical trials and meta-analysis, prospective and retrospective studies, studies in humans, clinical and radiographical studies evaluating the periodontium, performed during the 1987-2014 period, up to 10 years of follow-up. Four authors extracted data from the selected studies independently. **Results:** after applying the inclusion criteria, we selected 4 studies in which a total of 405 patients were evaluated. All the studies were longitudinal and retrospective. There was a greater prevalence of gingival recessions, especially in mandibular incisors, which are more vulnerable. There were no significant changes in terms of alveolar bone index or calculus index. The survival rate of fixed retainers was 50% or higher. Due to the heterogeneity of the selected studies, including difference in study population, differences in methods to assess the intervention, and follow-up periods, it was impossible to quantify the variables to perform a meta-analysis. **Conclusions:** the selected studies had a middle level of evidence. The greatest gingival recessions occurred with the use of fixed retainers in a long time; however, there is no alteration of the alveolar bone level. The studies recommend encouraging patients to maintain good oral hygiene. The findings of this review should be cautiously taken due to the resulting level of evidence, and the general recommendation for clinicians is that, in the long run, these retainers appear to be safe to maintain the alignment of mandibular incisors, although more studies with greater scientific rigor are required. There were no conflicts of interest and this study did not have any kind of financial support.

**Key words:** retainer, braces, periodontal index, retention, orthodontic appliances.

Wasserman I, Ferrer K, Gualdrón J, Jiménez N, Mateos L. Orthodontic fixed retainers. A systematic review. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28 (1): 139-157. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a8>

1 Odontólogo ortodoncista; Director de la Clínica de Tratamiento Temprano, posgrado en Ortodoncia, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia  
2 Odontólogos, Ortodoncistas, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

1 Orthodontist; Head of the Clínica de Tratamiento Temprano, Graduate Program in Orthodontics, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia  
2 DMD, Senior intern at the Universidad El Bosque Orthodontics Graduate School, Bogotá, Colombia

## INTRODUCCIÓN

La estabilidad de la oclusión resultante de la terapia ortodóncica es uno de los objetivos principales del tratamiento.<sup>1-4</sup> La inestabilidad de la oclusión puede ser dividida en dos categorías: 1. Cambios relacionados con el crecimiento, maduración y envejecimiento de la dentición y la oclusión. 2. Cambios producidos por el tratamiento ortodóncico. El contacto y la presión de los tejidos blandos puede ser otro factor determinante para la estabilidad.<sup>1, 5-7</sup>

La habilidad de lograr estabilidad a largo plazo y el entendimiento subyacente de los factores que afectan la estabilidad, son una indicación para la necesidad de retención de los resultados obtenidos.<sup>1, 2, 4, 5, 7-9</sup> Sin la fase de retención hay una tendencia de los dientes a volver a su posición inicial. Para prevenir esta recidiva se requiere el uso de cualquier tipo de retención.<sup>6, 7, 10, 11</sup>

En la actualidad se utilizan muchos dispositivos de retención para mantener la forma del arco y evitar la recidiva.<sup>1, 2, 4, 7, 9, 10, 12-14</sup> La placa de Hawley, diseñada en 1919, es el retenedor removible más usado.<sup>15</sup> En 1993, Sheridan y colaboradores introdujeron las placas Essix como una alternativa moderna, estética, confortable y económica a los retenedores tradicionales.<sup>15, 16</sup> En la actualidad, tanto la placa de Hawley como la Essix<sup>®</sup> son las alternativas removibles más usadas.<sup>15, 16</sup> Las desventajas que presentan es que necesitan de la cooperación del paciente.<sup>17, 18</sup>

Con la introducción de la técnica adhesiva,<sup>19</sup> el retenedor lingual ha sido ampliamente usado para preservar los cambios obtenidos durante el tratamiento de ortodoncia en las últimas décadas.<sup>9, 12, 20, 21</sup> Éste consiste en un alambre de cierta longitud adherido usualmente de canino a canino en su superficie lingual.<sup>12, 19</sup>

Desde su introducción en 1977, los alambres utilizados han tenido diversas modificaciones.<sup>22</sup> La primera generación empleada consistió en un alambre redondo (0.032-0.036 pulgadas) con dobleces terminales, cementado únicamente en caninos. La segunda generación no requería

## INTRODUCTION

Stabilizing the occlusion achieved by means of orthodontic therapy is one of the main treatment goals.<sup>1-4</sup> Occlusion instability can be divided into two categories: 1. Changes related to growth, maturation and ageing of dentition and occlusion. 2. Changes produced by the orthodontic treatment. Contact and pressure by soft tissues can be another factor influencing stability.<sup>1, 5-7</sup>

The ability to achieve long-term stability and the subsequent understanding of factors affecting stability are an indication for the need to retain the achieved results.<sup>1, 2, 4, 5, 7-9</sup> In the absence of a retention phase, teeth tend to return to their initial position. To prevent recurrence, it is necessary to perform some form of retention.<sup>6, 7, 10, 11</sup>

Many retention devices are currently used to keep the shape of the arch and to prevent recurrence.<sup>1, 2, 4, 7, 9, 10, 12-14</sup> Designed in 1919, the Hawley plate is the most popular removable retainer.<sup>15</sup> In 1993, Sheridan et al introduced the Essix plates as a modern, aesthetic, comfortable, and inexpensive alternative to traditional retainers.<sup>15, 16</sup> Currently, both the Hawley plate and the Essix<sup>®</sup> plate are the most widely used removable retainers.<sup>15, 16</sup> They have a disadvantage though: they need cooperation by the patient.<sup>17, 18</sup>

With the introduction of the adhesive technique,<sup>19</sup> the lingual retainer has become widely used in recent decades to preserve the changes achieved during orthodontic treatment.<sup>9, 12, 20, 21</sup> This consists of a wire of certain length usually bonded from canine to canine on the lingual surface.<sup>12, 19</sup>

Since its introduction in 1977, several modifications have been made to the wires used.<sup>22</sup> The first generation consisted of a rounded wire (0.032-0.036 inches) with terminal folds, bonded to the canines only. The second generation did not

dobleces terminales, ya que el espiral del alambre ofrecía buena retención; la desventaja de este diseño es que su diámetro (0.032 pulgadas) produce menos estabilidad.<sup>9, 22, 23</sup>

En los últimos diez años se han utilizado alambres multitrenzados rígidos de mayor diámetro (0.032 pulgadas) cementados únicamente en caninos, y otro tipo de alambre multitrenzado más flexible generalmente de menor diámetro (0.017-0.021 pulgadas), cementado en cada diente de canino a canino.<sup>13, 19</sup> Las ventajas de usar un alambre multitrenzado es que su superficie irregular incrementa la retención mecánica sin la necesidad de realizar dobleces retentivos, y la flexibilidad del alambre permite los movimientos fisiológicos de los dientes.<sup>19, 24</sup>

Como una alternativa al uso de este tipo de alambre, se utilizan cintas de resina de fibra de vidrio, pero la desventaja es que se crea una férula muy rígida que limita el movimiento fisiológico de los dientes y contribuye a su fractura.<sup>19</sup>

El incremento del uso de los retenedores fijos en la actualidad se debe a que son estéticos, se necesita menos cooperación del paciente y proveen mayor estabilidad a largo plazo, de modo que esta puede ser más predecible.<sup>9, 25</sup> Sin embargo, estos retenedores hacen que el mantenimiento de la higiene oral sea más difícil, haciendo la superficie lingual más susceptible a la formación de cálculo.<sup>17, 26, 27</sup> Pueden permitir, además, la aparición de recesiones gingivales, pérdida de inserción, gingivitis y la subsecuente destrucción periodontal.<sup>26, 28-32</sup> También pueden aparecer caries en las superficies linguales adyacentes al retenedor.<sup>33</sup>

En la actualidad existe controversia sobre el efecto de estos retenedores en la salud periodontal.<sup>17, 26, 28, 33</sup>

El objetivo de esta revisión sistemática es evaluar los efectos periodontales de los retenedores fijos linguales a largo plazo.

require terminal folds, since the wire spiral offered good retention; the disadvantage of this retainer is that its diameter (0.032 inches) produces less stability.<sup>9, 22, 23</sup>

Rigid multi-stranded wires of a bigger diameter (0.032 inches) have been used in the last ten years (0.032 inches) bonded to the canines only, as well as another type of multi-stranded wire usually more flexible and of a smaller diameter (0.017-0.021 inch), bonded on each tooth from canine to canine.<sup>13, 19</sup> The advantage of using multi-stranded wires is that their irregular surface increases mechanical retention with no need of making retentive folds, and the flexibility of the wire allows the physiological movements of teeth.<sup>19, 24</sup>

As an alternative to this type of wire, glass fiber-reinforced resin tapes are used with the disadvantage that they create a very rigid splint that limits the physiological movement of teeth and can cause fissures.<sup>19</sup>

Fixed retainers are increasingly used nowadays because they are esthetic, require less patient cooperation, and provide greater stability in the long term, thus being more predictable.<sup>9, 25</sup> However, these retainers make oral hygiene more difficult as the lingual surface becomes more susceptible to the formation of calculus.<sup>17, 26, 27</sup> In addition, they may produce gingival recessions, loss of insertion, gingivitis, and the subsequent periodontal destruction.<sup>26, 28-32</sup> Tooth decay may also appear on the lingual surfaces adjacent to the retainer.<sup>33</sup>

The effect of these retainers on periodontal health is currently debatable.<sup>17, 26, 28, 33</sup>

The goal of this systematic review is to evaluate the periodontal effects of lingual fixed retainers in the long term.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión sistemática se fundamenta en las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) recomendados por la American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

En la primera etapa de esta revisión sistemática se identificaron los elementos a estudiar, se desarrolló el formato PICO (Tabla 1) y se planteó la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los efectos periodontales a largo plazo, con el uso de retenedores fijos mandibulares?

Los criterios de inclusión y exclusión tomados en cuenta están descritos en la tabla 2.

Tabla 1. Formato PICO

| P<br>Participantes  | I<br>Intervención                            | C<br>Comparación                     | O<br>Outcome (Resultado)       |
|---|--|--------------------------------------|--------------------------------|
| Pacientes postratamiento de ortodoncia correctiva en contención | Retenedor fijo mandibular de canino a canino | Contención removible o no contención | Efectos periodontales adversos |

Tabla 2. Criterios considerados para los estudios de esta revisión

| CRITERIOS DE INCLUSIÓN  | CRITERIOS DE EXCLUSIÓN                            |
|---|---|
| Ensayos clínicos aleatorizados y metaanálisis                           | Pacientes con síndromes y labio paladar fisurado  |
| Estudios prospectivos y retrospectivos                                  | Estudios que evalúen otro tipo de retención       |
| Estudios en humanos   | Series de casos; reportes de casos                |
| Todos los idiomas   | Pacientes con enfermedad periodontal preexistente |
| Estudios en los que se evalúe el periodonto clínica y radiográficamente |   |
| 1987-2014   |   |
| Seguimiento menor o igual a 10 años                                     |   |

### Métodos de búsqueda

Se realizó una búsqueda para la identificación y selección de los estudios en las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane Library, Science Direct, Embase, ProQuest, EBSCO, Biomed Central, Medline, Lilacs, Google Scholar, con las siguientes palabras claves: fixed retainer, orthodontic treatment, periodontal health, retention, fixed appliances (Tabla 3).

## MATERIALS AND METHODS

This systematic review is based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) recommended by the American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

The first stage of this systematic review included the identification of elements to be evaluated, creating a PICO chart (Table 1) and formulating the research question: what are the long-term periodontal effects of mandibular fixed retainers?

The inclusion and exclusion criteria used in this study are shown in table 2.

Table 1. PICO Chart

| P<br>Participants  | I<br>Intervention                          | C<br>Comparison                     | O<br>Outcome                |
|--|--|-------------------------------------|-----------------------------|
| Patients after corrective orthodontic treatment in retention | Canine to canine mandibular fixed retainer | Removable retention or no retention | Adverse periodontal effects |

Table 2. Criteria considered for the studies in this review

| INCLUSION CRITERIA   | EXCLUSION CRITERIA                               |
|--|--|
| Clinical randomized trials and meta-analysis                                     | Patients with syndromes and cleft lip and palate |
| Prospective and retrospective studies  | Studies evaluating other types of retention      |
| Studies in humans  | Case series; case reports                        |
| All languages  | Patients with pre-existing periodontal disease   |
| Studies evaluating the periodontium from a clinical and radiographic perspective |  |
| 1987-2014  |  |
| 10-year follow up or shorter   |  |

### Search methods

We conducted a search to identify and select studies in the following databases: PubMed, Cochrane Library, Science Direct, Embase, ProQuest, EBSCO, Biomed Central, Medline, Lilacs, Google Scholar, using the following key words: fixed retainer, orthodontic treatment, periodontal health, retention, fixed appliances (Table 3).



Tabla 3. Bases de datos y las combinaciones de búsqueda

| Base de datos    | Booleanos   | Número |
|------------------|---|--------|
| PubMed           | orthodontic treatment AND retention<br>fixed retainer AND periodontal health<br>fixed retainer AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>orthodontic treatment AND retention AND fixed retainer<br>periodontal health AND fixed appliances<br>retention AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>retention AND periodontal health    | 2017   |
| Cochrane Library | fixed retainer AND fixed appliances<br>fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>fixed retainer AND orthodontic treatment  | 42     |
| Science Direct   | fixed retainer AND orthodontic treatment<br>fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>retention OR fixed retainer AND orthodontic treatment  | 7320   |
| Embase           | fixed retainer AND periodontal health<br>retention OR fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND orthodontic treatment<br>fixed appliances AND retention<br>fixed appliances AND retention OR fixed retainer<br>periodontal health AND orthodontic treatment AND retention<br>fixed retainer AND orthodontic treatment AND periodontal health | 1201   |
| ProQuest         | fixed retainer AND periodontal health<br>fixed retainer OR retention AND fixed appliances<br>orthodontic treatment AND fixed retainer<br>retention AND fixed retainers<br>fixed appliances AND periodontal health AND fixed retainer<br>fixed retainer AND periodontal health not prosthodontics<br>retention AND orthodontic treatment                   | 7975   |
| EBSCO            | fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND orthodontic treatment<br>fixed appliances AND retention AND periodontal health<br>fixed appliances AND retention OR fixed retainer<br>orthodontic treatment AND retention AND periodontal health   | 1407   |
| Biomed Central   | fixed retainer AND periodontal health<br>fixed appliances AND retention AND periodontal health<br>orthodontic treatment AND retention OR fixed retainer<br>periodontal health AND fixed appliances OR orthodontic treatment   | 572    |
| Medline          | fixed retainer AND periodontal health<br>orthodontic treatment AND retention AND fixed retainer<br>orthodontic treatment AND retention AND periodontal health<br>fixed appliances AND periodontal health  | 193    |
| Lilacs           | fixed retainer AND periodontal health<br>orthodontic treatment AND retention OR fixed retainer<br>orthodontic treatment AND retention AND periodontal health<br>fixed appliances AND periodontal health   | 19     |
| Google Scholar   | fixed retainer AND periodontal health NOT prosthodontics  | 8780   |

Table 3. Databases and search combinations

| Database         | Boolean   | Number |
|------------------|---|--------|
| PubMed           | orthodontic treatment AND retention<br>fixed retainer AND periodontal health<br>fixed retainer AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>orthodontic treatment AND retention AND fixed retainer<br>periodontal health AND fixed appliances<br>retention AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>retention AND periodontal health    | 2017   |
| Cochrane Library | fixed retainer AND fixed appliances<br>fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>fixed retainer AND orthodontic treatment  | 42     |
| Science Direct   | fixed retainer AND orthodontic treatment<br>fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND periodontal health AND orthodontic treatment<br>retention OR fixed retainer AND orthodontic treatment  | 7320   |
| Embase           | fixed retainer AND periodontal health<br>retention OR fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND orthodontic treatment<br>fixed appliances AND retention<br>fixed appliances AND retention OR fixed retainer<br>periodontal health AND orthodontic treatment AND retention<br>fixed retainer AND orthodontic treatment AND periodontal health | 1201   |
| ProQuest         | fixed retainer AND periodontal health<br>fixed retainer OR retention AND fixed appliances<br>orthodontic treatment AND fixed retainer<br>retention AND fixed retainers<br>fixed appliances AND periodontal health AND fixed retainer<br>fixed retainer AND periodontal health not prosthodontics<br>retention AND orthodontic treatment                   | 7975   |
| EBSCO            | fixed retainer AND periodontal health<br>retention AND orthodontic treatment<br>fixed appliances AND retention AND periodontal health<br>fixed appliances AND retention OR fixed retainer<br>orthodontic treatment AND retention AND periodontal health   | 1407   |
| Biomed Central   | fixed retainer AND periodontal health<br>fixed appliances AND retention AND periodontal health<br>orthodontic treatment AND retention OR fixed retainer<br>periodontal health AND fixed appliances OR orthodontic treatment   | 572    |
| Medline          | fixed retainer AND periodontal health<br>orthodontic treatment AND retention AND fixed retainer<br>orthodontic treatment AND retention AND periodontal health<br>fixed appliances AND periodontal health  | 193    |
| Lilacs           | fixed retainer AND periodontal health<br>orthodontic treatment AND retention OR fixed retainer<br>orthodontic treatment AND retention AND periodontal health<br>fixed appliances AND periodontal health   | 19     |
| Google Scholar   | fixed retainer AND periodontal health NOT prosthodontics  | 8780   |

En los primeros resultados de la búsqueda de artículos, se excluyeron todos aquellos artículos y resúmenes que no se relacionaban con el tema o no cumplían con los criterios de inclusión. Cada búsqueda se llevó a cabo de manera independiente por cada investigador; los resultados se compararon y se llegó a un acuerdo. Si el resumen no suministraba información completa, o simplemente no se encontraba, se solicitaba el texto completo para tomar la decisión final.

Para localizar material publicado no indexado en las bases de datos disponibles, se hizo una búsqueda manual en la biblioteca Juan Roa Vásquez de la Universidad El Bosque, la cual consistió en revisar las referencias bibliográficas, buscando el resumen o el texto completo, para decidir si cumplían con los criterios previamente mencionados; dicha búsqueda no arrojó ningún resultado.

La puntuación metodológica de los estudios es tomada de la literatura de Lagravère y colaboradores,<sup>38</sup> con una modificación que se realizó específicamente para esta investigación, que consistió en incluir estudios que realizaran seguimiento de 0 a 10 años para poder cumplir con los criterios de inclusión (Tabla 4). A cada uno de los estudios seleccionados se le asignó una calificación (Tabla 5). El puntaje máximo correspondía a 22 puntos distribuidos de la siguiente manera: evidencia sólida (15-22 puntos), evidencia moderada (8-14 puntos) y evidencia deficiente (1-7 puntos). Los investigadores calificaron independientemente cada uno de los artículos seleccionados; si existían diferencias, se llegaba a un acuerdo por consenso.

Following the first results of the search, we excluded all articles and abstracts that were not related to the topic or did not meet the inclusion criteria. Each search was carried out independently by each researcher; the results were compared reaching to an agreement. If the abstracts did not supply sufficient information, or simply did not exist, full texts were requested to make a final decision.

To locate published material that was not indexed in the available databases, a manual search was conducted in Juan Roa Vásquez library at Universidad El Bosque, reviewing bibliographical references and searching for abstracts or full texts, to find out whether they met the inclusion criteria; this search did not yield any result.

The methodological scoring of the studies is taken from Lagravère and partners,<sup>38</sup> with a modification made specifically for this project, which consisted on including studies conducting a follow-up of 0 to 10 years, in order to comply with the inclusion criteria (Table 4). Each selected study received a score (Table 5). The maximum score was 22 points distributed as follows: strong evidence (15-22 points), moderate evidence (8-14 points), and poor evidence (1-7 points). Researchers independently scored each selected article; in case of discrepancies, an agreement was reached by consensus.

Tabla 4. Cuadro de puntuación metodológica

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| I.- Diseño de estudio<br>(11)     | A. Objetivo: Claramente formulado (1)   |
|                                   | B. Población: Descrita (1)  |
|                                   | C. Criterios de selección: Claramente descritos (1); adecuados (1)                          |
|                                   | D. Tamaño de la muestra: Adecuada (1); calculada antes de la recolección de datos (1)       |
|                                   | E. Características iniciales (baseline): Similares al inicio (1)                            |
|                                   | F. Tiempo: Prospectivo (1)  |
|                                   | G. Aleatorización (1)   |
|                                   | H. Seguimiento de 1 a 10 años (1); Seguimiento > 10 años (1)                                |
| II.- Mediciones<br>(6)            | I. Método de medición: Apropriada para el objetivo (1)                                      |
|                                   | J. Ciego en la medición: Examinador (1); Estadístico (1)                                    |
|                                   | K. Confiabilidad: Descrita (1); Adecuado nivel de acuerdo (1)                               |
|                                   | L. Medición de error: Descrita (1)  |
| III.- Análisis estadístico<br>(7) | M. Análisis estadístico: Apropriado (1); Análisis combinado de subgrupos (1)                |
|                                   | N. Factores de confusión: Incluidos en el análisis (1)                                      |
|                                   | O. Nivel de significancia estadística: Valor de p descrito (1); intervalos de confianza (1) |
| Total: 22 puntos                  |   |

**Table 4. Methodology scoring chart**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| I. Study design<br>(11)          | A. Objective: Clearly stated (1)  |
|                                  | B. Population: Described (1)  |
|                                  | C. Selection criteria: Clearly described (1); appropriate (1)                         |
|                                  | D. Sample size: Adequate (1); calculated before data collection (1)                   |
|                                  | E Initial characteristics (baseline): Similar at baseline (1)                         |
|                                  | F. Time: Prospective (1)  |
|                                  | G. Randomization (1)  |
|                                  | H. Follow-up of 1 to 10 years (1); Follow up > 10 years (1)                           |
| II. Measurements<br>(6)          | I. Method of measurement: Adequate to the purpose (1)                                 |
|                                  | J. Blind measurement: Examiner (1); Statistician (1)                                  |
|                                  | K. Reliability: Described (1); Adequate level of agreement (1)                        |
|                                  | L Error measuring: Described (1)  |
| III. Statistical analysis<br>(7) | M. Statistical analysis: Adequate (1); Combined analysis of subgroups (1)             |
|                                  | N. Confounders: Included in the analysis (1)  |
|                                  | O. Level of statistical significance: p value described (1); confidence intervals (1) |
| Total: 22 points                 |   |

**Tabla 5. Cuadro de clasificación metodológica**

| ARTÍCULO                               | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | TOTAL |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| N. Pandis, 2007 <sup>34</sup>          | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 11/22 |
| Robert Cerny, 2010 <sup>35</sup>       | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 14/22 |
| AM Renkema, 2013 <sup>36</sup>         | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 14/22 |
| Frederick A. Booth, 2008 <sup>37</sup> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 9/22  |

Nivel Bajo: 1-7; Nivel Medio: 8-14; Nivel Alto: 15-22

Todos los estudios seleccionados tuvieron una puntuación de evidencia media.

**Table 5. Methodology classification chart**

| ARTICLE                                | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | TOTAL |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| N. Pandis, 2007 <sup>34</sup>          | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 11/22 |
| Robert Cerny, 2010 <sup>35</sup>       | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 14/22 |
| AM Renkema, 2013 <sup>36</sup>         | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 14/22 |
| Frederick A. Booth, 2008 <sup>37</sup> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 9/22  |

Low: 1-7; Middle: 8-14; High: 15-22

All selected studies had a score of middle evidence.

## RESULTADOS

La figura 1 describe el diagrama de flujo de la información obtenida mediante las diferentes fases de una revisión sistemática (PRISMA). Como se puede observar, la búsqueda electrónica en las diferentes bases de datos arrojó 29.526 títulos relacionados con el tema, a diferencia de la búsqueda manual, en la cual no se encontraron títulos relacionados. De los 29.526 títulos se eliminaron 29.288 por duplicación, para un total de 238 títulos únicos.

## RESULTS

Figure 1 describes the flow chart of information obtained through the different phases of a systematic review (PRISMA). Note that the electronic search in the databases yielded 29.526 titles related to the topic, unlike the manual search, which did not return any related title. Of the 29.526 titles, 29.288 were removed for being duplicates, for a total of 238 unique titles.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

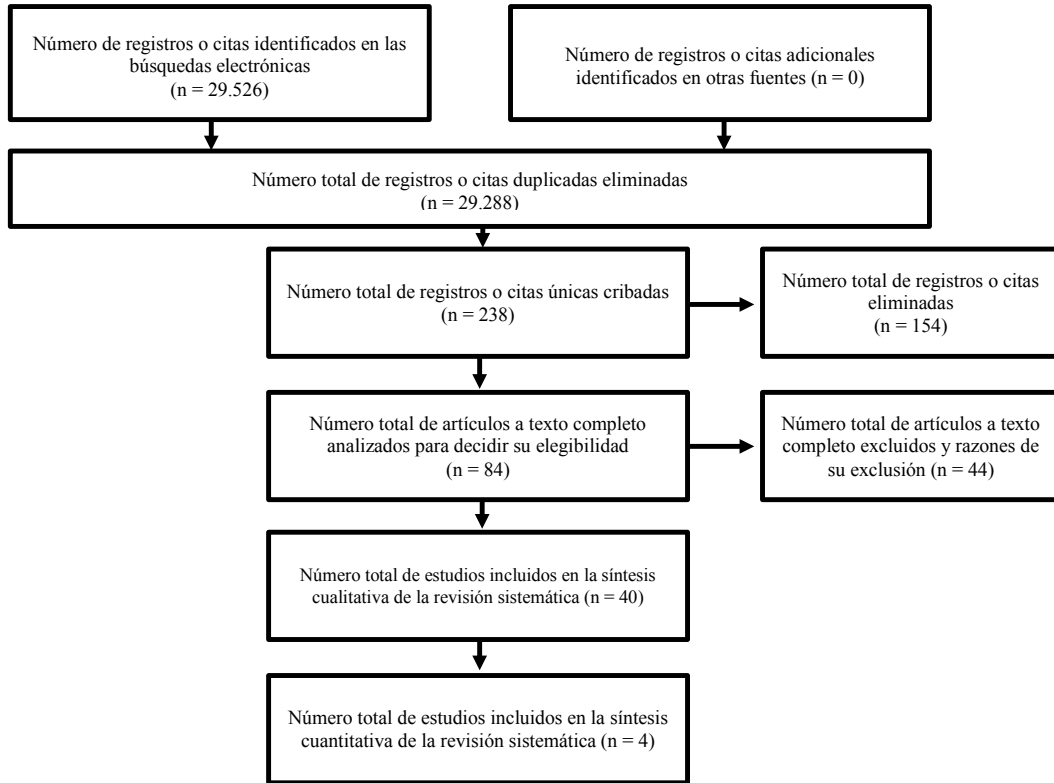
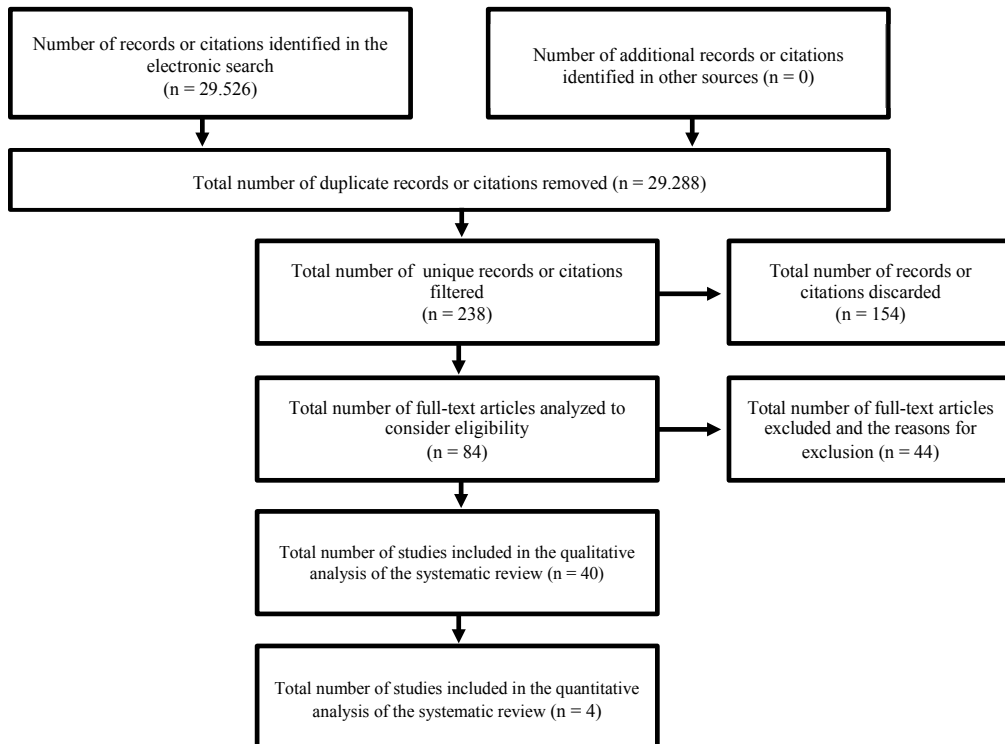


Figure 1. PRISMA flow chart



Los 238 títulos fueron leídos y se eliminaron 154 por no ser relevantes para el tema.

Se analizaron los resúmenes de los 84 títulos seleccionados y se eliminaron 44 artículos por diversos motivos y por no presentar completa relación con el tema.

Los textos completos de los 40 artículos seleccionados fueron analizados y se les aplicaron los criterios de exclusión e inclusión. Dichos artículos fueron excluidos ya que no evaluaban la salud periodontal sino la irregularidad incisiva; adicionalmente, el seguimiento no era mayor a dos años. En total, solo 4 artículos cumplieron con los requisitos de esta revisión, los cuales se evaluaron de acuerdo con la tabla de puntaje de calidad metodológica. En la tabla 6 se muestran las características de interés de cada uno de los artículos seleccionados.

The 238 titles were read and 154 were discarded for not being relevant to the topic.

The abstracts of the 84 selected titles were analyzed and 44 articles were discarded for various reasons and by not showing relevance the subject.

The full texts of the 40 selected articles were analyzed and applied the exclusion and inclusion criteria. Those articles were excluded since they did not evaluate periodontal health but incisor irregularity; in addition, the follow-up period was no longer than two years. In total, only 4 articles met the requirements of this review, and they were evaluated according to the methodology scoring chart. Table 6 shows the characteristics of interest in each selected article.

Tabla 6. Características de los artículos incluidos

| Estudio                          | Método                             | Participantes   | Tiempo de seguimiento   | Intervención  | Resultados  | valor de <i>p</i>  |
|----------------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|--|
| N. Pandis, 2007 <sup>34</sup>    | Estudio longitudinal retrospectivo | N = 64<br>Grupo tratado (32):<br>11 = hombres<br>21 = mujeres<br>(promedio 25 años)<br>Grupo control (32)<br>(promedio 16 años)   | Grupo tratado: 9-11 años (promedio 9.65)<br>Grupo control: 3-6 meses                | Retenedor fijo mandibular   | Se evaluó el índice de placa (PI), índice gingival (GI), índice de cálculo (PI), profundidad al sondaje (PD), recesión marginal y el nivel óseo entre los grupos. No se evaluó la influencia de la edad y el género.  | Edad ( $p < 0,05$ )<br>Índice de cálculo ( $p < 0,05$ )<br>Bolsas profundas ( $\geq 4$ mm). ( $p < 0,05$ )<br>Recesiones marginales ( $p < 0,05$ )   |
| Robert Cerny, 2010 <sup>35</sup> | Estudio longitudinal retrospectivo | N = 61<br>75% mujeres<br>46: Grupo Retención retenedor fijo mandibular (PBR) (55): 41 = maxilar<br>14 = mandibular<br>9 = ambos arcos<br>28: Grupo Retención con placa de Hawley removible (RR) (28): 4 = maxilar<br>24 = mandibular<br>15: Grupo Control: Retención con placa de Hawley removible (RR) (27): 14 = maxilar<br>13 = mandibular<br>65%: menores a 40 años | Grupo (PBR): 15 a 22 años (promedio 17.3)<br>Grupo (RR): 16-28 años (promedio 19.3) | Retenedor fijo maxilar y mandibular.<br>Retenedor removible maxilar y mandibular. | Se evaluó la efectividad del retenedor mediante el índice de irregularidad de Little, la durabilidad del retenedor, el impacto de la salud dental, que fue medida mediante el Índice de Dental Health (DHI) (índice de caries, índice de placa, índice de cálculo, índice de recesión gingival, índice gingival modificado, índice de hueso alveolar). No se evaluó la influencia de la edad y el género. | PBR y RR para todas las categorías del índice de irregularidad de Little, excepto en la recidiva severa ( $p < 0,05$ )<br>Clasificaciones de DHI entre los dos grupos ( $p > 0,05$ )<br>Índice de placa maxilar ( $p = 0,408$ )<br>Índice de placa mandibular ( $p = 0,060$ )<br>Índice de cálculo ( $p = 0,259$ ).<br>Índice gingival modificado ( $p = 0,129$ )<br>Índice de hueso alveolar maxilar ( $p = 0,845$ )<br>Índice mandibular ( $p = 0,520$ ) |

| Estudio                                | Método                             | Participantes   | Tiempo de seguimiento                                       | Intervención   | Resultados   | valor de <i>p</i>   |
|--|------------------------------------|---|---|--|--|---|
| AM Renkema, 2013 <sup>36</sup>         | Estudio longitudinal retrospectivo | N = 220<br>Grupo tratado (100)<br>Grupo control (120)<br>T1: 12 a<br>T2: 15 a<br>T3: 18 a<br>T4: 21 a | Grupo tratado: promedio 8.2 años<br>Grupo control: 9.6 años | Grupo tratado: Tratamiento con aparatología completa de ortodoncia.<br>Retenedor fijo lingual mandibular<br>Grupo control: Pacientes sanos con oclusión normal sin haber recibido ortodoncia | Se evaluó la presencia de recesiones labiales gingivales en todos los dientes en distintas edades a través del tiempo. No se reporta el género de los pacientes. | Clase de Angle y el número de recesiones en el grupo tratado ( $p = 938$ ).<br>Proporción de sujetos con al menos una recesión entre ambos grupos en T15, T18, T21 ( $p = 0,018$ ; $p = 0,019$ ; $p = 0,003$ )<br>El odds ratio (OR) para los casos tratados en comparación con los controles ( $p < 0,001$ , IC del 95%: 2,61-7,70).<br>El OR para el aumento de la edad en un año 1,53 ( $p < 0,001$ , IC del 95%: 1,38 a 1,70).<br>El número promedio de las recesiones de los casos tratados se estima en un 142% superior al de los controles ( $p = 0,013$ , IC del 95%: 21 a 385%).<br>El aumento estimado en el número de recesiones mediante el aumento de la edad, para las personas con recesiones, no fue estadísticamente significativa. Este incremento se estima en un 10% ( $p = 0,231$ , IC 95%: 6-28%). |
| Frederick A. Booth, 2008 <sup>37</sup> | Estudio longitudinal retrospectivo | N = 60  | Promedio 25 años  | Retenedor fijo lingual adherido solo en caninos maxilar y mandibular   | Se evaluó el índice gingival, fotografías faciales e intraorales y el índice de irregularidad incisiva. No se reportó la edad ni el género de los pacientes.     | Diferencia estadísticamente significativa en las puntuaciones del índice gingival de las superficies linguales del maxilar tanto para los dientes anteriores como para posteriores, con mejores calificaciones en los pacientes con un retenedor mandibular en su lugar ( $p < 0,05$ ).   |

Tabla 6. Characteristics of included articles

| Study                                  | Method                           | Participants   | Follow-up period   | Intervention  | Findings  | p value  |
|--|----------------------------------|--|--|---|---|--|
| N. Pandis, 2007 <sup>34</sup>          | Retrospective longitudinal study | N = 64<br>Treated group (32):<br>11 = men<br>21 = women<br>(average 25 years)<br>Control group (32)<br>(average 16 years)  | Treated group: 9-11 years (average 9.65)<br>Control group: 3-6 months                | Fixed mandibular retainer   | It evaluated Plaque Index (PI), Gingival Index (GI), Calculus Index (CI), probing depth (PD), marginal recession and bone level between the groups. The influence of age and gender was not evaluated.  | Age (p < 0.05)<br>Calculus Index (p < 0.05)<br>Deep pockets (≥4 mm). (p < 0.05)<br>Marginal recessions (p < 0,05)  |
| Robert Cerny, 2010 <sup>35</sup>       | Retrospective longitudinal study | N = 61<br>75% women<br>46: Group fix mandibular retainer (PBR) (55):<br>41 = maxillary 14 = mandibular<br>9 = both arches<br>28: Group retention with removable Hawley plate (RR) (28): 4 = maxillary<br>24 = mandibular<br>15: Control Group: retention with removable Hawley plate (RR) (27):<br>14 = maxillary<br>13 = mandibular<br>65%: younger than 40 years | Group (PBR): 15 to 22 years (average 17.3)<br>Group (RR): 16-28 years (average 19.3) | Fixed maxillary and mandibular retainer<br>Removable maxillary and mandibular retainer.   | It evaluated the effectiveness of the retainer through the Little irregularity index, retainer durability, impact on dental health, which was measured by the Dental Health Index (DHI) (caries index, plaque index, calculus index, gingival recession index, gingival modified index, and index of alveolar bone). The influence of age and gender was not evaluated. | PBR and RR for all the categories of Little's Irregularity Index, except in severe recurrence (p < 0.05)<br>DHI classifications between both groups (p > 0.05)<br>Maxillary Plaque Index (p = 0.408)<br>Mandibular Plaque Index (p = 0.060)<br>Calculus Index (p = 0.259).<br>Modified gingival index (p = 0.129)<br>Maxillary alveolar bone index (p = 0.845)<br>Mandibular index (p = 0.520)   |
| AM Renkema, 2013 <sup>36</sup>         | Retrospective longitudinal study | N = 220<br>Treated group (100)<br>Control group (120)<br>T1: 12 a<br>T2: 15 a<br>T3: 18 a<br>T4: 21 a  | Treated group: average 8.2 years<br>Control group: 9.6 years                         | Treated group: treatment with complete orthodontic appliances.<br>Fixed lingual mandibular retainer<br>Control group: healthy patients with normal occlusion with no previous orthodontic treatment | It evaluated the presence of gingival labial recessions in all teeth in different ages over time. The gender of patients is not reported.   | Angle's class and the number of recessions in the treated group (p = 938).<br>Proportion of subjects with at least one recession between both groups in T15, T18, T21 (p = 0.018, p = 0.019, p = 0.003).<br>Odds ratio (OR) for the cases treated in comparison with the controls (p < 0.001, 95% CI: 2, 61-7, 70).<br>OR for age increase in a year 1.53 (p < 0.001, 95% CI: 1.38 to 1.70).<br>The average number of recessions of treated cases is estimated as 142% higher than the controls (p = 0.013, 95% CI: 21 385%).<br>The estimated increase in number of recessions by age increase, for patients with recessions was not statistically significant. This increase is estimated at 10% (p = 0.231, IC 95%: 6-28%). |
| Frederick a. Booth, 2008 <sup>37</sup> | Retrospective longitudinal study | N = 60   | Average 25 years   | Fixed lingual retainer bonded only to mandibular and maxillary canines  | It evaluated gingival index, facial and intraoral photographs and the incisor irregularity index. Did not report age or gender of patients.   | Statistically significant difference in gingival index scores of the maxillary lingual surfaces for both anterior and posterior teeth, with better scores in patients with a mandibular retainer in place (p < 0.05).  |

## Índice de cálculo

En el estudio de Pandis<sup>34</sup> se encontró un mayor índice de cálculo en el grupo con retención a largo plazo; por el contrario, en el estudio de Cerny,<sup>35</sup> en las superficies linguales mandibulares, dicho índice fue clasificado muy bueno o bueno para el 80% del grupo de PBR y para el 100% del grupo de RR ( $p = 0,259$ ). Solo unos pocos pacientes en ambos grupos fueron calificados como deficientes o muy deficientes en el índice de cálculo. Los estudios de Renkema<sup>36</sup> y Booth<sup>37</sup> no tomaron en cuenta este parámetro.

## Índice gingival

De los tres estudios que evaluaron el índice gingival (Pandis,<sup>34</sup> Cerny<sup>35</sup> y Booth<sup>37</sup>), solo uno de ellos (Booth<sup>37</sup>) encontró diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones del índice gingival de las superficies linguales del maxilar, tanto para los dientes anteriores como para los posteriores, con mejores calificaciones en los pacientes con un retenedor mandibular en su lugar.

## Recesiones gingivales

Los estudios de Pandis,<sup>34</sup> Cerny<sup>35</sup> y Renkema<sup>36</sup> evaluaron la presencia de recesiones gingivales con el uso de retenedores fijos. El estudio de Pandis<sup>34</sup> encontró que existe una alta prevalencia de recesiones gingivales en el grupo que utilizó retenedores a largo plazo. Un resultado similar se encontró en el estudio de Renkema,<sup>36</sup> en donde se mostró que existe una relación entre el tratamiento de ortodoncia y/o la fase de retención con las recesiones gingivales a través del tiempo. Encontraron que el número promedio de las recesiones de los casos tratados se estima en un 142% superior a la de los controles, lo que demuestra que existe una asociación entre los pacientes con retenedores fijos y las recesiones gingivales, siendo los incisivos inferiores los dientes más vulnerables. A diferencia de estos dos estudios, el de Cerny<sup>35</sup> pudo observar que ninguna de las clasificaciones del Índice

## Calculus Index

A higher calculus index was found by Pandis<sup>34</sup> in the group with long-term retention; on the contrary, Cerny<sup>35</sup> found out that in mandibular lingual surfaces this index scored as very good or good in 80% of the PBR group and 100% of the RR group ( $p = 0.259$ ). Only a few patients in both groups scored as poor or very poor. The studies by Renkema<sup>36</sup> and Booth<sup>37</sup> did not take this parameter into account.

## Gingival index

Of the three studies that evaluated gingival index (Pandis,<sup>34</sup> Cerny,<sup>35</sup> and Booth<sup>37</sup>), only one (Booth<sup>37</sup>) found statistically significant differences in terms of gingival index scores for maxillary lingual surfaces of both anterior and posterior teeth, with the highest scores in patients with a mandibular retainer in place.

## Gingival recessions

The studies by Pandis,<sup>34</sup> Cerny,<sup>35</sup> and Renkema<sup>36</sup> evaluated the presence of gingival recessions with the use of fixed retainers. The study by Pandis<sup>34</sup> found a high prevalence of gingival recessions in the group using retainers for a long time. A similar result was found in the study by Renkema,<sup>36</sup> which showed a relation between orthodontic treatment and/or the retention phase with gingival recessions over time. They found that the average number of recessions in treated cases is estimated as 142% higher than the control groups, showing an association between fixed retainers and gingival recessions, being the lower incisors teeth more vulnerable. Contrary to these two studies, the study by Cerny<sup>35</sup> found out that none of the classifications



de Dental Health difirió significativamente entre los dos grupos, entre ellas las recesiones gingivales, en donde hubo una tendencia a presentar clasificaciones con porcentajes más bajos en el grupo con retenedores fijos, pero estas no fueron estadísticamente significativas.

### **Nivel óseo**

El nivel óseo con el uso de retenedores fijos, en un periodo de seguimiento de entre 9 y 17 años, según dos de los estudios (Pandis<sup>34</sup> y Cerny<sup>35</sup>), no mostró diferencias significativas ni cuando se comparó a corto y largo plazo ni con retenedores removibles. En el estudio de Cerny,<sup>35</sup> el índice de hueso alveolar maxilar fue clasificado muy bueno o bueno para el 85% del grupo de PBR y para el 90% del grupo de RR, y en la mandíbula fue muy bueno o bueno para el 100% del grupo de PBR y para el 90% del grupo de RR.

### **Edad, género y relación molar de Angle**

Aunque el estudio de Pandis<sup>34</sup> tomó en cuenta la edad para observar la homogeneidad de los grupos, solo el estudio de Renkema<sup>36</sup> evaluó las recesiones gingivales a diferentes edades y descubrió que la edad parece tener gran influencia en el desarrollo de las mismas, ya que estas fueron aumentando en los diferentes tiempos de medición. En cuanto al género, ninguno de los estudios evaluó su relación con los retenedores linguales; solo el estudio de Pandis<sup>34</sup> lo presentó en la línea base. La clasificación de Angle solo se tomó en cuenta en el estudio de Renkema,<sup>36</sup> y no se encontraron diferencias entre las maloclusiones clase I, II o III y las recesiones gingivales en el grupo tratado.

### **Supervivencia de los retenedores fijos**

La supervivencia de los retenedores fijos fue evaluada en dos de los estudios (Cerny<sup>35</sup> y Booth<sup>37</sup>). En el estudio de Cerny,<sup>35</sup> 21 de las 242 adhesiones compuestas y 5

of the Dental Health Index significantly differed between the two groups, including gingival recessions, with a tendency to show classifications with lower percentages in the group with fixed retainers, but these differences were not statistically significant.

### **Bone level**

Two of the studies (Pandis<sup>34</sup> and Cerny<sup>35</sup>) found out that, in a follow-up period of 9 to 17 years, bone level with the use of fixed retainers showed no significant differences in comparing short- and long-term removable retainers. In the study by Cerny,<sup>35</sup> the index of maxillary alveolar bone was rated as very good or good in 85% of the PBR group and 90% of the RR group, and in the mandible, it was very good or good in 100% of the PBR group and 90% of the RR group.

### **Age, gender and Angle's molar relation**

Although the study by Pandis<sup>34</sup> took age into account to observe homogeneity of the groups, only the study by Renkema<sup>36</sup> evaluated gingival recessions at different ages, finding out that age seems to greatly influence the development of gingival recessions since these increased at different measurement times. Regarding gender, none of the studies evaluated its relationship with lingual retainers; only the study by Pandis<sup>34</sup> presented it at baseline. Angle's classification was considered in the study by Renkema,<sup>36</sup> finding out no differences among classes I, II, and III malocclusions and gingival recessions in the treated group.

### **Survival of fixed retainers**

The survival of fixed retainers was evaluated in two studies (Cerny<sup>35</sup> and Booth<sup>37</sup>). In the study by Cerny,<sup>35</sup> 21 of the 242 compound adhesions and 5

de los 55 retenedores de alambre se fracturaron durante los 15 años, para una tasa total de PBR fracturados de 3,15% por año y una tasa de fractura de unidad alambre/adhesión de 0,58% por año. Se contabilizaron 81% de fracturas por fallas de adhesión y 19% por fracturas del alambre. De las fracturas de adhesión, el 43% fueron atribuidas por el paciente al morder algo duro, mientras que las causas del 57% restante fueron desconocidas. Booth<sup>37</sup> encontró que de los 45 pacientes que aún tenían el retenedor en su lugar 20 años más tarde, 28 (62%) no tuvieron rotura en dicho período, 18% requirieron de una reparación, y 20% requirieron más de una reparación.

## DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática estuvo enfocada en determinar los efectos periodontales a largo plazo de los retenedores fijos durante la fase de retención posterior al tratamiento de ortodoncia. Todos los artículos finalmente seleccionados fueron de modalidad retrospectiva y presentaron una evidencia moderada.

Ningún estudio fue aleatorizado ni calculó el tamaño de la muestra. Solo uno de los cuatro artículos presentó características similares en la línea base. Únicamente un estudio<sup>35</sup> reportó ciego del examinador; en el resto no hubo cegamiento en las mediciones ni en la estadística. Dos de los estudios<sup>34, 37</sup> no reportaron la confiabilidad de la medición. Solo uno de los estudios reportó el error.<sup>35</sup> Por otro lado, el análisis estadístico fue apropiado para todos los estudios; sin embargo, solo uno<sup>36</sup> reportó haber realizado análisis combinado de subgrupos. Los factores de confusión no fueron considerados en ninguno de los estudios y el valor de *p* fue descrito en todos, pero solo en uno<sup>36</sup> se establecieron intervalos de confianza.

Estudios previos han evaluado los efectos periodontales de los retenedores fijos en diferentes periodos de tiempo. Levin y colaboradores evaluaron la asociación del tratamiento de ortodoncia y los retenedores fijos con la salud gingival. Los parámetros periodontales, índice de placa, índice gingival, recesión gingival, profundidad y sangrado al sondaje, fueron medidos en seis sitios por diente.

of the 55 wire retainers had breaks during 15 years, for a total fractured PBR rate of 3,15% per year and a wire unit/accession fracture rate of 0,58% per year. There were 81% of fractures by adhesion failure and 19% by wire fractures. Of the adhesion fractures, 43% were related to the patient biting something hard, while the causes of the remaining 57% were unknown. Booth<sup>37</sup> found out that 45 patients who still had a retainer in place 20 years later, 28 (62%) had no breaks in that period, 18% required one repair, and 20% required more than one repair.

## DISCUSSION

The present systematic review focused on determining the periodontal effects of fixed retainers in the long term during the retention phase following orthodontic treatment. All the articles finally selected were of a retrospective type and showed moderate evidence.

None of the studies was randomized or calculated sample size. Only one of the four articles presented similar characteristics at baseline. Only one study<sup>35</sup> reported blind examiner; none of the others included blinding in measurements or statistics. Two of the studies<sup>34, 37</sup> failed to report reliability of measurements. Only one of the studies reported error.<sup>35</sup> On the other hand, the statistical analysis was appropriate in all the studies; however, only one<sup>36</sup> reported having carried out combined analysis of subgroups. Confounders were not considered in any of the studies and the *p* value was described by all, but only one<sup>36</sup> established confidence intervals.

Previous studies have evaluated the periodontal effects of retainers in different time periods. Levin et al evaluated the association of orthodontic treatment and fixed retainers with gingival health. Periodontal parameters, plaque index, gingival index, gingival recession, and depth and bleeding on probing were measured on six sites per tooth.

Concluyeron que los retenedores fijos están asociados con el incremento en la incidencia de recesiones gingivales, retención de placa y sangrado al sondaje. Por lo tanto, recomiendan una higiene oral meticulosa y visitas periódicas al odontólogo para monitoreo.<sup>29</sup>

Por su parte, Artun y colaboradores analizaron la tendencia a la formación de placa y cálculo dental en el alambre de diferentes tipos de retenedores ortodónticos fijos de canino a canino y en un retenedor removible. Los 49 pacientes incluidos en su estudio fueron divididos en 4 grupos; 11 pacientes pertenecían al grupo de retenedores fijos lisos cementados únicamente en caninos, 13 pacientes fueron asignados al grupo de retenedores fijos elaborados con alambre multitrenzado cementado solo en caninos, 11 pacientes pertenecían al grupo de retenedores confeccionados de alambre multitrenzado pero cementados en todos los dientes de canino a canino, y por último, 14 pacientes pertenecían al grupo de retenedores removibles. Cada grupo fue evaluado 3 años después de haberles colocado el retenedor, con el fin de determinar el acúmulo de placa y cálculo y la inflamación gingival a lo largo del margen gingival de los incisivos y caninos mandibulares, basándose en el índice de placa y el índice gingival de Løe, así como en el índice de cálculo de Ramjord. Los autores concluyeron que la presencia de un retenedor fijo no parece tener ningún efecto periodontal negativo, siempre y cuando el paciente tenga la habilidad de mantener una higiene satisfactoria a lo largo del margen gingival.<sup>21</sup>

Al-Nimri y colaboradores, en un estudio prospectivo, evaluaron la salud gingival, el acúmulo de placa de retenedores linguales elaborados en alambre multitrenzado cementados a todos los dientes anteriores mandibulares, comparándolos con retenedores confeccionados en alambre redondo y cementados únicamente en los caninos. Los parámetros evaluados fueron el índice de higiene oral, el índice de placa y el índice gingival de los dientes antero-inferiores. Concluyeron que no hubo diferencias significativas en la condición gingival de los dientes antero-inferiores con el retenedor fijo multitrenzado ni con el retenedor fijo confeccionado en alambre redondo.<sup>30</sup> Los estudios antes mencionados no fueron incluidos en

They concluded that fixed retainers are associated with the increase in gingival recessions, plaque retention and bleeding on probing. Therefore, they recommended meticulous oral hygiene and regular visits to the dentist for monitoring.<sup>29</sup>

On the other hand, Artun et al analyzed the tendency to the formation of plaque and dental calculus on the wire of different types of fixed orthodontic retainers from canine to canine and one removable retainer. The 49 patients included in the study were sorted out into 4 groups; there were 11 patients in the group of plain fixed retainers cemented in canines only, 13 patients in the group of fixed retainers made of multi-stranded wire cemented in canines only, 11 patients in the group of retainers made of multi-stranded wire but cemented in all teeth from canine to canine, and 14 patients in the group of removable retainers. Each group was evaluated 3 years after having placed the retainers, to determine the accumulation of plaque and calculus and gingival inflammation along the gingival margin of incisors and mandibular canines, based on Løe's plaque index and gingival index, as well as Ramjord's calculus index. The authors concluded that the presence of a fixed retainer doesn't seem to have any negative periodontal effect, if patients perform satisfactory hygiene along the gingival margin.<sup>21</sup>

In a prospective study, Al-Nimri et al evaluated gingival health and the accumulation of plaque in lingual retainers made of multi-stranded wire cemented to all anterior mandibular teeth, comparing them with retainers made in round wire and cemented in canines only. The evaluated parameters were: index of oral hygiene, plaque index, and gingival index in lower anterior teeth. They concluded that there were no significant differences in the gingival condition of lower anterior teeth with the fixed multi-stranded wire nor with the fixed retainer made of round wire.<sup>30</sup> The aforementioned studies were not included in

la investigación, ya que no cumplían con el tiempo de seguimiento (0 a 10 años).

Esta revisión sistemática incluyó cuatro estudios que evaluaron los efectos periodontales de los retenedores fijos en un período menor o igual a diez años, con diferentes variables de medición.

Los resultados obtenidos con relación al índice de cálculo no son concluyentes, debido a que este parámetro fue evaluado en dos de los estudios, y estos difieren entre ellos, ya que Pandis y colaboradores<sup>34</sup> afirman que hubo un mayor acúmulo de cálculo en pacientes con retenedores fijos linguales evaluados a largo plazo, mientras que Cerny y colaboradores<sup>35</sup> encontraron resultados satisfactorios en el 80% de los casos evaluados con retenedor fijo y en el 100% de los casos con retenedores removibles. Lo mismo ocurre con el índice gingival, que fue evaluado en tres de los cuatro estudios, y solo Booth y colaboradores<sup>37</sup> hallaron diferencias estadísticamente significativas en las superficies linguales maxilares, mientras que Pandis<sup>34</sup> y Cerny<sup>35</sup> no encontraron diferencias.

En cuanto a las recesiones gingivales, Pandis<sup>34</sup> y Renkema<sup>36</sup> encontraron que sí hay asociación entre la presencia de un retenedor fijo lingual y el desarrollo de recesiones gingivales; sin embargo, Cerny<sup>35</sup> no encontró diferencias significativas entre los grupos estudiados. Por otro lado, Renkema<sup>37</sup> estableció que existe una relación entre la edad del paciente y la aparición de recesiones gingivales.

Los resultados de los dos estudios<sup>34, 35</sup> que evaluaron los cambios a nivel óseo coinciden, afirmando que no existen diferencias significativas entre los grupos observados a corto y largo plazo ni entre los grupos que utilizaron retenedor fijo y retenedor removible.

Dos estudios evaluaron el índice de irregularidad incisiva y encontraron ligeros cambios en este sentido. Cerny observó en sus pacientes con 15 años de retención un índice de irregularidad de 0,26 mm en los pacientes con retenedores fijos. Los resultados de Booth concuerdan con los de Cerny, ya que en su estudio encontró que solo 1 de 45 pacientes presentó un índice de irregularidad mayor a

this research project because they did not meet the follow-up time criterion (0 to 10 years).

This systematic review included four studies evaluating the periodontal effects of fixed retainers in a period of ten years or less, with different measurement variables.

The results obtained in terms of calculus index are not conclusive because this parameter was evaluated in two of the studies which differ between them, since Pandis et al<sup>34</sup> claim that there was a greater calculus accumulation in patients with fixed lingual retainers evaluated in a long period, while Cerny et al<sup>35</sup> found satisfactory results in 80% of the evaluated cases with fixed retainer and in 100% of cases with removable retainers. The same happens with gingival index, which was evaluated in three of the four studies, but only Booth et al<sup>37</sup> found statistically significant differences in the maxillary lingual surfaces, while Pandis<sup>34</sup> and Cerny<sup>35</sup> found no differences.

In terms of gingival recessions, Pandis<sup>34</sup> and Renkema<sup>36</sup> found association between the presence of a lingual fixed retainer and the development of gingival recessions; however, Cerny<sup>35</sup> found no significant difference between the studied groups. On the other hand, Renkema<sup>37</sup> found a relation between patient's age and the appearance of gingival recessions.

The results of the two studies<sup>34, 35</sup> that evaluated bone level changes are in agreement, stating that there are no significant differences between the groups observed in the short and long term, nor among the groups using fixed retainer and removable retainer.

Two studies evaluated the incisive irregularity index, finding out slight changes in this sense. Observing patients with 15 years of retention, Cerny found an index of irregularity of 0.26 mm in patients with retainers fixed. Booth's results agree with Cerny's, finding out that only 1 of 45 patients showed an index of irregularity greater than

2 mm.<sup>35, 37</sup> Ningún artículo hace referencia a diferencias encontradas en retenedores maxilares y mandibulares.

Debido a que la información encontrada es limitada y a que la mayoría de los resultados no son concluyentes, no se pueden sacar conclusiones contundentes; por lo tanto, se recomienda realizar más investigaciones y ensayos clínicos aleatorizados, para poder determinar los efectos periodontales de los retenedores fijos linguales a largo plazo. Sin embargo, es importante recalcar que la mayoría de los autores mencionan en sus artículos la importancia de incentivar al paciente para que mantenga una buena higiene oral y así evitar complicaciones periodontales posteriores.

## CONCLUSIONES

Existe asociación entre las recesiones gingivales y el uso de retenedores fijos a largo plazo; sin embargo, no hay alteración del nivel óseo alveolar.

Los resultados deben tomarse con cautela por el nivel de evidencia medio encontrado.

La recomendación para el clínico es que estos retenedores parecen ser seguros para usar a largo plazo, siempre y cuando se instruya concienzudamente al paciente en muy buenos hábitos de salud oral con el fin de disminuir el acúmulo de placa y cálculo.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Isaac Wasserman  
Universidad El Bosque  
(+57) 314 295 7500  
wassermanisaac@unbosque.edu.co  
Bogotá, Colombia

2 mm.<sup>35, 37</sup> No article reports differences in maxillary and mandibular retainers.

Since the information found is limited, and given that most results are not conclusive, no absolute conclusions can be drawn; it is therefore recommended to conduct more research and randomized clinical trials, in order to determine the periodontal effects of lingual fixed retainers in the long term. However, it is important to highlight that most authors refer to the importance of encouraging patients to keep good oral hygiene to avoid later periodontal complications.

## CONCLUSIONS

There is association between gingival recessions and fixed retainers in the long term; however, there is no alteration of the alveolar bone level.

The results should be cautiously taken due to the middle level of evidence found.

The recommendation for clinicians is that these retainers seem to be safe in the long term, provided that patients are instructed in good oral health habits in order to reduce the accumulation of plaque and calculus.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Isaac Wasserman  
Universidad El Bosque  
(+57) 314 295 7500  
wassermanisaac@unbosque.edu.co  
Bogotá, Colombia

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Nanda R, Burstone CJ. Retention and stability in orthodontics. Filadelfia: WB Saunders;1993.
2. Blake M, Bibby K. Retention and stability: A review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114(3): 299-306.
3. Erdinc AE, Nanda RS, Işıksal E. Relapse of anterior crowding in patients treated with extraction and nonextraction of premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(6): 775-784.
4. Edman-Tynelius G, Bondemark L, Lilja-Karlander E. A randomized controlled trial of three orthodontic retention methods in class I four premolar extraction cases – stability after 2 years in retention. *Orthod Craniofac Res* 2013; 16(2): 105-115.
5. Lewis B. Orthodontic retention. *Dent Nurs* 2008; 4(8): 496-503.
6. Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, van't Hof MA. Stability of orthodontic treatment outcome: Follow-up until 10 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115 (3): 300-304.
7. Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Orthodontic retention: a systematic review. *J Orthod* 2006; 33(3): 205-212.
8. Rody WJ Jr, Akhlaghi H, Akyalcin S, Wiltshire WA, Wijegunasinghe M, Filho GN. Impact of orthodontic retainers on periodontal health status assessed by biomarkers in gingival crevicular fluid. *Angle Orthod* 2011; 81(6): 1083-1089.
9. Salehi P, Zarif Najafi H, Roeinpeikar SM. Comparison of survival time between two types of orthodontic fixed retainer: a prospective randomized clinical trial. *Proq Orthod* 2013; 14(25): 2-6.
10. Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. *Aus Dent J* 2006; 51(1): 94-95.
11. Bearn DR, McCabe JF, Gordon PH, Aird JC. Bonded orthodontic retainers: the wire-composite interface. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111(1): 67-74.
12. Al-Kuwari H, Al Balbeesi H, Al Thobiani S, Sogaian M. Caries incidence in lower anterior teeth bonded with fixed orthodontic retainer. *Saudi J Dent Res* 2014; 6(1): 3-8.
13. Katsaros C, Livas C, Renkema AM. Unexpected complications of bonded mandibular lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(6): 838-841.
14. Taner T, Aksu M. A prospective clinical evaluation of mandibular lingual retainer survival. *Eur J Orthod* 2012; 34(4): 470-474.
15. Demir A, Babacan H, Nalcacı R, Topcuoglu T. Comparison of retention characteristics of Essix and Hawley retainers. *Korean J Orthod* 2012; 42(5): 255-262.
16. Rowland H, Hichens L, Williams A, Hills D, Killingback N, Ewings P et al. The effectiveness of Hawley and vacuum formed retainers: A single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(6): 730-737.
17. Heier EE, De Smit AA, Wijgaerts IA, Adriaens PA. Periodontal implications of bonded versus removable retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112(6): 607-616.
18. Pratt MC, Kluemper GT, Lindström AF. Patient compliance with orthodontic retainers in the postretention phase. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140(2): 196-201.
19. Russell D. Bonded orthodontic retainers: A review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 108(2): 207-213.
20. Aasen TO, Espeland L. An approach to maintain orthodontic alignment of lower incisors without the use of retainers. *Eur J Orthod* 2005; 27(3): 209-214.
21. Artun J, Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *Eur J Orthod* 1997; 19(5): 501-509.
22. Zachrisson BJ. Third-generation mandibular bonded lingual 3-3 retainer. *J Clin Orthod* 1995; 29(1): 39-48.
23. Torkan S, Oshagh M, Khojastepour L, Shahidi S, Heidari S. Clinical and radiographic comparison of the effects of two types of fixed retainers on periodontium – a randomized clinical trial. *Proq Orthod* 2014; 15 (47): 2-7.
24. Sifakakis I, Pandis N, Eliades T, Makou M, Katsaros C, Bourauel C. In-vitro assessment of the forces generated by lingual fixed retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139(1): 44-48.

25. Zachrisson BU. Long-term experience with direct-bonded retainers: Update and clinical advice. *J Clin Orthod* 2007; 41(12): 728-737.
26. Kaji A, Sekino S, Ito H, Numabe Y. Influence of a mandibular fixed orthodontic retainer on periodontal health. *Aust Orthod J* 2013; 29(1): 76-85.
27. Lee KD, Mills CM. The V-loop bonded lingual retainer. *Oral Health J* 2010; 100(9): 16-18.
28. Batista J, Simoes M, Martos J, Spautz F, Bizarelo G. Analysis of the periodontal status of patients with mandibular-bonded retainers. *Rev Odonto Ciênc* 2010; 25(2): 132-136.
29. Levin L, Samorodnitzky-Naveh GR, Machtei EE. The association of orthodontic treatment and fixed retainers with gingival health. *J Periodontol* 2008; 79(11): 2087-2092.
30. Al-Nimri K, Al Habashneh R, Obeidat M. Gingival health and relapse tendency: a prospective study of two types of lower fixed retainers. *Aust Orthod J* 2009; 25(2): 142-146.
31. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema A, Kiekens R, Katsaros C. Development of labial gingival recessions in orthodontically treated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143(2): 206-212.
32. Slutzkey S, Levin L. Gingival recession in young adults: occurrence, severity, and relationship to past orthodontic treatment and oral piercing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134(5): 652-656.
33. Ärtun J, Spadafora AT, Shapiro PA, McNeill RW, Chapko MK. Hygiene status associated with different types of bonded, orthodontic canine-to-canine retainers. A clinical trial. *J Clin Periodontol* 1987; 14(2): 89-94.
34. Pandis N, Vlahopoulos K, Madianos P, Eliades T. Long-term periodontal status of patients with mandibular lingual fixed retention. *Eur J Orthod* 2007; 29(5): 471-476.
35. Cerny R, Conckrell D, Lloyd D. Long-term results of permanent bonded retention. *J Clin Orthod* 2010; 44(10): 611-616.
36. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema AA, Abbas F, Bronkhorst E, Katsaros C. Gingival labial recessions in orthodontically treated and untreated individuals: a case-control study. *J Clin Periodontol* 2013; 40(6): 631-637.
37. Booth F, Edelman JM, Proffit WR. Twenty- year follow-up of patients with permanently bonded mandibular canine-to-canine retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133(1): 70-76.
38. Lagravère MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal change with rapid maxillary expansion: A systematic review. *Angle Orthod* 2005; 75(6): 1046-1052.

## EL PROFESIONALISMO EN LA FORMACIÓN ODONTOLÓGICA

### PROFESSIONALISM IN DENTAL EDUCATION

MARCELA ALCOTA<sup>1</sup>, PILAR RUIZ DE GAUNA<sup>2</sup>, FERMÍN E. GONZÁLEZ<sup>3</sup>

**RESUMEN.** *Diversos autores e instituciones profesionales y educativas han desarrollado el tema del profesionalismo en el ámbito odontológico y han coincidido en señalar que, aunque se reconoce que el profesionalismo juega un rol central en la formación de los odontólogos, su incorporación en los planes de estudio de las facultades y escuelas de odontología a nivel mundial es limitada. Esto hace que los estudiantes egresen con un nivel mínimo de formación en profesionalismo odontológico. Esta revisión profundizará en los conceptos de competencias transversales, como los valores profesionales y la formación del profesionalismo desde diferentes ámbitos durante la carrera de odontología, con el propósito de destacar, por una parte, la importancia que tienen estos aspectos en la formación del estudiante de odontología y, por otra, la responsabilidad que tienen las instituciones educativas de lograr que éste adquiera tal formación.*

**Palabras clave:** *profesionalismo, educación odontológica, competencias transversales.*

Alcota M, Ruiz-de-Gauna P, González FE. El profesionalismo en la formación odontológica. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 158-178. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a9>

**ABSTRACT.** *Several authors as well as professional and educational institutions have advanced the issue of professionalism in the field of dentistry, agreeing that, even though professionalism plays a central role in the training of dentists, its incorporation in the curriculums of dental schools worldwide is limited. Therefore, graduates have poor training in dental professionalism. This review article will analyze the concepts of cross-disciplinary skills, such as professional values and the formation of professionalism in different areas during the dental career, with the purpose of highlighting the importance of these aspects in the training of dentistry students and, on the other hand, the responsibility of educational institutions in providing students with such training.*

**Key words:** *professionalism, dental education, cross-disciplinary competences.*

Alcota M, Ruiz-de-Gauna P, González FE. Professionalism in dental education. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 158-178. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a9>

- 1 Magíster en Educación en Ciencias de la Salud, Profesora Asistente del Departamento de Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.
- 2 Doctora en Educación, Profesora Titular del Departamento de Teoría e Historia de la Educación, Universidad del País Vasco, España.
- 3 Doctor en Ciencias Biomédicas, Profesor Asociado del Departamento de Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile

RECIBIDO: SEPTIEMBRE 15/2015 - ACEPTADO: ABRIL 26/2016

- 1 M.Ed. in Health Sciences Education, Assistant Professor in the Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Universidad de Chile, Chile.
- 2 PhD in Education, Associate Professor in the Department of Theory and History of Education, Universidad del País Vasco, Spain.
- 3 PhD in Biomedical Sciences, Associate Professor in the Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Universidad de Chile, Chile.

SUBMITTED: SEPTEMBER 15/2015 - ACCEPTED: APRIL 26/2016



## INTRODUCCIÓN

Entre las instituciones de educación superior, especialmente en aquellas dedicadas a la formación de profesionales de la salud, existe el consenso de que las competencias transversales y el profesionalismo son temas que deben estar incorporados en la estructura curricular de las profesiones desde un comienzo. Específicamente en el campo de la odontología, diversas organizaciones e instituciones consideran de gran relevancia la formación de estos aspectos en el futuro profesional odontólogo.<sup>1,2</sup> La Asociación para la Educación Dental en Europa (ADEE por sus iniciales en inglés) ha definido las competencias necesarias que un odontólogo debe poseer, destacando la conducta ética, las habilidades sociales y las competencias transversales como aspectos relevantes que los futuros odontólogos han de desarrollar en Europa.<sup>1</sup> El General Dental Council de Inglaterra<sup>3</sup> reconoce la importancia de la adquisición temprana de actitudes profesionales, señalando que el profesionalismo debería estar en el centro de la agenda dentro de las responsabilidades de las escuelas dentales, y es categórico en afirmar que las escuelas están obligadas a desarrollar planes de estudio que incorporen tanto conocimientos técnicos específicos como competencias transversales que aseguren la formación de actitudes, valores y comportamientos éticos en los estudiantes. En Estados Unidos, la Asociación Americana de Educación Dental (ADEA por sus iniciales en inglés) y la Asociación Dental Americana (ADA) han desarrollado capítulos en los que incorporan las conductas éticas y profesionales, y recomiendan que en todas las escuelas de odontología se trabaje en torno a estos aspectos.<sup>4,5</sup> Tal es la relevancia actual de estos tópicos, que autores como Masella han afirmado incluso que “la misión más importante de la educación dental es el desarrollo de la profesionalidad del estudiante”, dado que es solo en el contexto del profesionalismo en donde el conocimiento especializado y la experiencia técnica encuentran sentido.<sup>6</sup> Según este autor, el altruismo, la integridad, el cuidado, el enfoque en la comunidad y el compromiso con la excelencia son atributos esenciales del profesionalismo odontológico.

## INTRODUCTION

Higher education institutions, especially those devoted to the training of health professionals, generally agree that skills and professionalism are issues that must be incorporated in the curriculum of professions from the beginning. Specifically in the field of dentistry, various organizations and institutions consider the relevance of providing future dental professionals with training in these aspects.<sup>1,2</sup> The Association for Dental Education in Europe (ADEE) has defined the necessary skills that a dentist should possess, with ethical behavior and social skills as the transversal relevant skills to be developed in future dentists in Europe.<sup>1</sup> The General Dental Council of England<sup>3</sup> recognizes the importance of early acquisition of professional attitudes, pointing out that professionalism should be the core of the agenda within the responsibilities of dental schools, emphasizing that schools are compelled to develop curricula that incorporate both specific technical knowledge and skills that ensure the formation of attitudes, values, and ethical behavior in students. In the United States, the American Dental Education Association (ADEA) and the American Dental Association (ADA) have developed chapters that incorporate ethical and professional behaviors and recommend that all dental schools work on these aspects.<sup>4,5</sup> These topics are currently that relevant, that authors like Masella have claimed that “the most important mission of dental education is to develop professionalism in the student”, since it is only in the context of professionalism where specialized knowledge and technical expertise make sense.<sup>6</sup> According to this author, altruism, integrity, carefulness, communitarianism, and the commitment with excellence are core attributes in dental professionalism.

Quizás uno de los aspectos más importantes es la evidencia en educación que sugiere que las actitudes profesionales desarrolladas en los estudiantes de carreras de la salud determinará la forma en la que el estudiante desarrollará su práctica profesional en el futuro.<sup>7</sup> De este modo, se reconoce la importancia de la adquisición temprana de estas actitudes, de manera que, con la educación y la experiencia dadas durante la formación, los estudiantes de odontología, y posteriormente los egresados, puedan elevar su nivel de profesionalismo a estándares éticos adecuados que tengan como objetivo entregar los mejores cuidados odontológicos a los pacientes.

El objetivo de esta revisión es discutir acerca de la formación del profesionalismo en odontología. Para ello, se profundizará tanto en conceptos de educación superior y competencias transversales, como en los valores asociados al profesionalismo. Además, se revisa de manera más extensa la formación del profesionalismo en odontología desde la educación, el clima educativo, la formación curricular y las metodologías de enseñanza.

## **EDUCACIÓN SUPERIOR: COMPETENCIAS TRANSVERSALES Y PROFESIONALISMO**

La universidad ha sido fiel a la razón de su existencia mediante la institucionalización de dos actividades humanas básicas: la educación y la investigación. Así, la universidad contribuye a la preservación y transmisión de la riqueza cultural y científica de la sociedad y a la expansión de las existencias científicas y teóricas, por medio de una reflexión crítica y el enriquecimiento con nuevas ideas. La universidad, por un lado, reproduce la cultura prevalente en la sociedad en la cual se inserta, y por otro es creadora de cultura, interpelando y dinamizando la sociedad de la que es parte. De esta forma, ha sido capaz de superar las restricciones y las condiciones sociales en las cuales funciona, creando respuestas pertinentes para la sociedad de su tiempo.<sup>8</sup>

Perhaps one of the most important aspects is the educational evidence suggesting that professional attitudes developed by students in health schools will determine the way in which students will develop their professional practice in the future.<sup>7</sup> This recognizes the importance of the early acquisition of these attitudes, so that, with the education and experience offered during their training, dental students, and later the graduates, can raise their level of professionalism to appropriate ethical standards aimed at providing patients with the best possible dental care.

The objective of this review article is to discuss the formation of professionalism in dentistry. To do so, it explores the concepts of higher education and transversal skills, as well as the values associated with professionalism. It also reviews in a more extensive way the training of professionalism in dentistry from education, educational climate, curricular training, and teaching methods.

## **HIGHER EDUCATION: CROSS-DISCIPLINARY SKILLS AND PROFESSIONALISM**

Universities have been faithful to their original *raison d'être* by institutionalizing two basic human activities: education and research. Thus, universities contribute to the preservation and transmission of the society's scientific and cultural wealth and to the expansion of scientific and theoretical knowledge, through critical thinking and enrichment with new ideas. Universities reproduce the prevalent culture in their societies and at the same time are creators of culture, challenging and invigorating the societies they belong to. In this way, they have been able to overcome the social restrictions and conditions in which they operate, creating relevant responses to the societies of their times.<sup>8</sup>

Desde sus orígenes en Bolonia en el siglo XI, la universidad no ha renunciado a una mirada reflexiva y crítica de la sociedad a la que pertenece. Aún más, esta actitud crítica se ha instalado como parte de su naturaleza y se mantiene hasta la actualidad. De esta forma, a partir de la declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación en 1999 en Bolonia, las universidades europeas comienzan a replantear su papel en relación con el conocimiento, la sociedad, el mundo profesional y sus alianzas con otras universidades. Todo ello con el propósito de responder a las necesidades de un mundo social cambiante, incierto y complejo. Esto ha llevado a las universidades a reflexionar sobre cuáles serán las competencias profesionales que las sociedades actuales exigen que posean los estudiantes.<sup>9</sup> Además de los aspectos estructurales, en el proceso de Bolonia se establecen otros aspectos de tipo educativo que son fundamentales: la educación centrada en quien aprende, la educación orientada a las competencias, la educación orientada a los valores del profesionalismo y la evaluación de las competencias.

Cuando se habla de competencias en educación universitaria, se tienen muy en cuenta las competencias profesionales específicas, es decir, los conocimientos y las habilidades propias de cada profesión, pero se olvida muchas veces un aspecto esencial de la competencia: los valores y las actitudes. Estos, en conjunto con otros aspectos, se enmarcan dentro de las denominadas competencias genéricas o transversales y constituyen lo que conocemos como el profesionalismo y sus atributos.<sup>10</sup>

El proceso de formación de un profesional, además de ofrecer conocimientos y habilidades, supone un proceso transformacional del sujeto que aprende, por el cual este llega no solo a saber y a saber hacer más, sino también a ser distinto e incorporarse a una comunidad. Por este motivo, muchas universidades de Europa y el resto del mundo están centrando particularmente su atención en la necesidad de incorporar, como competencias transversales, la formación de los valores desde la perspectiva del profesionalismo, de modo que resulta incuestionable la importancia de este aspecto para preparar al estudiante para su futuro rol en la sociedad.<sup>10</sup>

Since their origins in Bologna in the eleventh century, universities have not given up the reflective and critical view of the societies they belong to. Even more, this critical attitude has installed as part of their nature and remains today. In this way, starting from the Joint Declaration of the European Ministers of Education convened in Bologna in 1999, European universities began to rethink their role in relation to knowledge, society, the professional world and their alliances with other universities. All this with the purpose of responding to the needs of a changing, uncertain and complex social world. This has led universities to think about the skills that current societies will require students to have.<sup>9</sup> In addition to the structural aspects, the process in Bologna sets out other fundamental aspects of educational nature: learner-centered education, skills-oriented education, professionalism values-oriented education, and competence-based assessment.

When talking about competences in higher education, specific professional competences are considered, i.e. the knowledge and abilities of each profession, but an essential aspect of competence is often forgotten: values and attitudes. These, in conjunction with other aspects, are part of the so-called generic or transversal competences and constitute what is known as professionalism and its attributes.<sup>10</sup>

The process of preparation of a professional, besides providing knowledge and skills, involves a transformational process of the learning subject, by which the individual not only acquires knowledge, but also learns to be distinct and to join one community. This is why many universities in Europe and the rest of the world are particularly focusing their attention on the need of incorporating, as a transversal competence, values education from the perspective of professionalism, and thus the unquestionable importance of this aspect to prepare students for their future role in society.<sup>10</sup>

## PROFESIONALISMO Y VALORES

En los últimos años hemos sido testigos de numerosos cambios a nivel educacional, particularmente en el campo de la educación superior, que buscan la mejor capacitación posible para formar profesionales competentes y que respondan a las exigencias actuales, especialmente en este tiempo de vertiginosos cambios científicos y tecnológicos.<sup>11</sup> Sin embargo, resulta interesante constatar que actualmente cada vez más la idea del buen profesional tiende a estar vinculada a la del experto, a la persona competente en una determinada área del saber, en lugar de apuntar al ideal de una persona comprometida y moralmente responsable en el desempeño de la función o actividad que realiza.<sup>12</sup>

Resulta indiscutible que se requiere estar en posesión de una competencia científica y técnica, competencia que, sin duda, es el primer deber moral del profesional, pero ciertamente no el único. Pues la responsabilidad del profesional exige algo más, sea cual sea su proyección y densidad social y sea cual sea la profesión.<sup>12</sup>

Por este motivo, numerosos autores coinciden en declarar que la formación integral constituye uno de los pilares fundamentales de la preparación de los estudiantes universitarios para un ejercicio ciudadano y profesional exitoso. Asimismo, han reconocido esta deficiencia, así como la importancia de integrar en los currículos el componente valórico, puesto que constituye un criterio relevante en la evaluación de la calidad de la educación. De esta forma, mientras mejor sea la educación, más alta y exigente será la jerarquía de valores que la sustenta.<sup>13-15</sup> Hoy en día, la formación en valores de los estudiantes universitarios es una prioridad en todos los sistemas de educación superior, ya que constituye el complemento necesario para la formación y desarrollo de competencias profesionales, que abarcan no solo aspectos relacionados con su especialidad concreta, sino también aquellos que tienen que ver de alguna manera con la formación de su personalidad, y que le permiten al profesional enfrentarse a los nuevos retos científico-tecnológicos de una forma más flexible y autónoma.<sup>16</sup> La idea de que el estudiante de odontología es un sujeto que

## PROFESSIONALISM AND VALUES

In recent years, a number of changes have taken place in education, particularly in the field of higher education, seeking the best possible preparation of competent professionals who can respond to current challenges, especially in this time of rapid scientific and technological change.<sup>11</sup> However, it is interesting to note that the idea of a good professional increasingly tends to be linked to that of an expert, a competent person in a certain field of knowledge, instead of pointing to the ideal of a morally responsible and committed person in carrying out the function or activity he/she performs.<sup>12</sup>

It is unquestionable that professionals must possess scientific and technical competences as their first moral obligation, but certainly this is not the only one. The responsibility of practitioners goes beyond this, whatever their social projection is and in any profession.<sup>12</sup>

This is why numerous authors claim that comprehensive education should be one of the fundamentals of university students' preparation for a successful performance as citizens and professionals. These authors have also recognized this deficiency, as well as the importance of including values in curricula, since this is a relevant criterion in the evaluation of the quality of education. Thus, the better education is, the more demanding the hierarchy of values supporting it should be.<sup>13-15</sup> Today, values education among university students is a priority in all higher education systems, since it is the necessary complement in the training and development of professional skills, including not only aspects related to a specific specialty, but also those dealing with forming the personality, which help practitioners face new technological challenges in a more flexible and autonomous way.<sup>16</sup> The idea that the dental student is a subject

posee potencialidades para su desarrollo, y que a este último se puede acceder mediante la actividad conjunta en interacción con los demás, constituye uno de los principios fundamentales de los autores que concuerdan con este enfoque.<sup>16-18</sup> Al seleccionar dicho sustrato teórico, se acepta que el estudiante deberá desarrollarse de manera integral, no solamente en la actividad cognoscitiva, que abarca su pensamiento, sus capacidades y sus habilidades, sino también en los distintos aspectos de su personalidad.<sup>18</sup> Pero ¿qué se entiende por formación integral? La formación integral implica orientar el proceso hacia el desarrollo pleno de las potencialidades del ser humano. Una educación encaminada a la formación integral asume al individuo como una persona íntegra, como un todo. Es una educación que reconoce la existencia de múltiples dimensiones humanas en constante interrelación, no por partes, que reconoce que en cualquier actividad educativa está implicada la persona como un todo.<sup>19</sup> De este modo, las declaraciones en torno al futuro de las universidades no dejan de referirse a este componente, por lo que las universidades se llegan a considerar como espacios de aprendizaje ético.<sup>20</sup>

Por otra parte, la formación universitaria ha de comprometerse con el desarrollo valórico y moral de los estudiantes de una manera mucho más intencional, pensada, determinada, decidida y planificada. La sola mención del compromiso ético como competencia personal y de la formación en valores, como sucede en las declaraciones que se expresan en la misión de las instituciones educativas y en los diversos perfiles profesionales de las diferentes carreras, pero sin mayor especificación, es claramente insuficiente.<sup>20</sup> Esto crea una “ambigüedad”, en el sentido de que la declaración de la formación valórica en los perfiles de egreso es tan general que cada quien puede interpretar dichos perfiles con su propia definición o visión. De esta forma, se tiene muy poca claridad de los términos que definen o delimitan la formación universitaria en este aspecto.

Existe acuerdo en que, para el desarrollo de valores y profesionalismo, las instituciones de educación superior deben dirigir conjuntamente sus esfuerzos con todos los

with potentials for development, and that this can be achieved through a joint activity in interaction with others, is one of the central principles of the authors who agree on this approach.<sup>16-18</sup> This theoretical framework accepts that students must develop themselves in a comprehensive manner, not just in their cognitive activity, including not only their thinking, competences, and skills, but also the different aspects of their personalities.<sup>18</sup> But what is meant by comprehensive education? Comprehensive education involves guiding the educational process towards the full development of the potentialities of human beings. Comprehensive education takes the individual as an integral person, as a whole. This type of education recognizes the existence of multiple human dimensions in constant interrelation, not just in parts, recognizing that the person as a whole is involved in all educational activities.<sup>19</sup> Thus the declarations on the future of universities constantly refer to this component, considering universities as places for ethical learning.<sup>20</sup>

On the other hand, higher education should be committed to the development of moral values in students in a much more intentional, designed, determined, and planned manner. The mere mention of values and the ethical commitment as a personal competence—as happens in the mission statements of educational institutions and in various professional profiles in different careers, with no further specifications—is clearly insufficient.<sup>20</sup> This creates some “ambiguity”, as stating that values education is one of the goal for graduates is so general that each person can interpret such profiles using their own definitions or views. Clarity on the terms that define or delimit university education in this aspect is obviously lacking.

There is general agreement that, for the development of values and professionalism, higher education institutions must make joint efforts with all

sectores implicados: el mundo universitario, los representantes de la vida social y cultural, los empresarios, el Estado, etc.<sup>21</sup> En consecuencia, frente a otros modelos centrados en el saber técnico y excluyentes de valores relacionados con el desarrollo personal y moral, la formación universitaria debe contemplar el crecimiento de la persona en todos los aspectos mencionados. Los valores han de fundamentar y guiar el desarrollo de competencias para la empleabilidad que las universidades han de procurar, de cara a una formación igualmente satisfactoria para la sociedad, para el mundo laboral y para los individuos, desde un punto de vista humano.<sup>22</sup>

## VALORES Y PROFESIONALISMO EN ODONTOLOGÍA

El primer deber moral que asume el odontólogo es “hacer el bien” a sus pacientes en el área de la salud bucal. Sin embargo, la decisión de éste frente a un caso clínico dependerá tanto de los saberes profesionales específicos como de la ética. Técnicamente, lo que se considera bueno en el quehacer del odontólogo está dado por estándares derivados de la práctica y de la investigación, pero en lo que se refiere al componente ético-valórico esto no está muy claro, debido a que en la formación curricular, si bien la mayoría de los perfiles de egreso declaran formar un profesional con alto compromiso ético y responsabilidad social, la formación de estos aspectos en los objetivos de aprendizaje, o en las estrategias de enseñanza y evaluación, de manera longitudinal, sobre todo cuando el estudiante se enfrenta a la atención de pacientes, no se encuentra claramente definida y se limita en algunos casos a la incorporación de algún curso de ética en los planes de estudio, lo que claramente resulta insuficiente y puede determinar la forma de actuar de los egresados.<sup>12, 23</sup>

Hay varios autores contemporáneos e instituciones que han desarrollado el tema del profesionalismo, la ética y los valores en el ámbito odontológico.<sup>1, 2, 4-6, 24</sup> Todos ellos concuerdan en que el profesionalismo juega

involved or concerned parties: other universities, the representatives of social and cultural life, entrepreneurs, the state, etc.<sup>21</sup> In consequence, in comparison to other models centered on technical knowledge which exclude values related with personal and moral development, university education must take into account personal growth in all the aforementioned aspects. Values should inform and guide the development of competences for the employability that universities are to procure, facing an equally satisfactory training for society, for the world of work and for individuals, from a human point of view.<sup>22</sup>

## VALUES AND PROFESSIONALISM IN DENTISTRY

The first moral obligation of a dentist is to “do good” to their patients in the field of oral health. However, the clinician’s decision facing a clinical case depends on both the specific professional knowledge and the ethics. Technically, what is considered good in the work of a dentist is given by standards originating from practice and research, but in regards to the ethical-axiological component this is not very clear, because while most graduate profiles declare to form a professional with high ethical and social responsibility as part of the curricula, the formation of these aspects in the learning objectives or the teaching and assessment strategies in a longitudinal manner, especially when the student is facing patient care, are not clearly defined and in some cases are limited to the presence of some ethics courses in the curricula, which is clearly insufficient and may determine the way graduates behave.<sup>12, 23</sup>

Several contemporary authors and institutions have addressed the issue of professionalism, ethics, and values in the dental field.<sup>1, 2, 4-6, 24</sup> They all agree that professionalism plays

un rol central en el éxito como odontólogos. Es en este contexto que Masella afirma que “la misión más importante de las facultades de odontología, además de incrementar los conocimientos y desarrollo de habilidades técnicas, es asegurar que los estudiantes adquieran y demuestren de forma consistente los *atributos* de profesionalidad que proporcionan los elementos para la creación de una persona única, el odontólogo”.<sup>6</sup> De esta forma, la pregunta central en cuanto al ejercicio profesional, y sobre todo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la odontología, debería ser: ¿Cuáles son las virtudes y los valores ligados al profesionalismo en odontología?

Aunque no existe una definición exacta de profesionalismo relacionada con las ocupaciones del área de la salud, los valores son un factor común, y existe consenso en que constituyen un elemento importante y central en la profesionalidad. Muchas de las definiciones incluyen valores como altruismo, responsabilidad, excelencia, autoevaluación, comunicación, madurez, respeto por los demás, confiabilidad, honestidad e integridad.<sup>1, 4, 25, 26</sup> En el año 2009, un grupo de trabajo de la Asociación Americana en Educación Dental (ADEA, 2009) elaboró una lista de seis valores relacionados con el profesionalismo:

1. La adquisición y el mantenimiento de un alto nivel de conocimiento especial, así como de la capacidad técnica y el comportamiento profesional necesarios para prestar la atención clínica a los pacientes y para actuar de manera eficaz en el entorno de la educación dental;
2. La justicia, definida como la demostración de consistencia e imparcialidad en el trato con los demás;
3. La integridad, que consiste en ser honesto y demostrar congruencia entre los valores, las palabras y las acciones;
4. La responsabilidad, siendo responsable de las propias acciones, y reconocer y actuar sobre las obligaciones especiales con los demás que uno asume al unirse a una profesión;
5. El respeto, honrando el valor de los demás;

a central role in dentists’ success. In this context is that Masella claims that “besides increasing knowledge and developing technical skills, the most important mission of dental schools is to ensure that students acquire and consistently demonstrate the *attributes* of professionalism that provide the elements for the creation of a certain person, the dentist”.<sup>6</sup> The central question in terms of professional practice, and especially in the teaching-learning process in dentistry, should then be: What are the virtues and values related to professionalism in dentistry?

While there is no exact definition of professionalism in relation to the occupations in the field of health, values are a common factor, and there is consensus that they are a central element in professionalism. Many definitions include values like altruism, responsibility, excellence, self-assessment, communication, maturity, respectfulness, reliability, honesty, and integrity.<sup>1, 4, 25, 26</sup> In 2009, a working group of the American Dental Education Association (ADEA, 2009) created a list of six professionalism-related values:

1. Competence, acquiring and maintaining the high level of special knowledge, technical ability, and professional behavior necessary for the provision of clinical care to patients and for effective functioning in the dental education environment.
2. Fairness, demonstrating consistency and evenhandedness in dealings with others.
3. Integrity, being honest and demonstrating congruence between one’s values, words, and actions.
4. Responsibility, being accountable for one’s actions and recognizing and acting upon the special obligations to others that one assumes in joining a profession.
5. Respect, honoring the worth of others.

6. El servicio, como el actuar en beneficio de los pacientes y el público que se atiende, y acercándose a los beneficiados con compasión.<sup>4</sup>

Por otra parte, la Asociación de Educación Dental Europea (ADEE) también construyó el perfil de competencias que debería mostrar un odontólogo graduado en los países de la Unión Europea, y en dicho perfil el dominio del profesionalismo constituye una de las competencias más importantes.<sup>1</sup> Algunas de las competencias (de un total de 16) que ha de mostrar en este ámbito un graduado son: proporcionar cuidado humano y compasivo a todos los pacientes; reconocer que el paciente es el centro de atención y que todas las interacciones, incluyendo el diagnóstico, la planificación y el tratamiento deben centrarse en el mejor interés del paciente; respetar a los pacientes y colegas sin prejuicios para con el género, la diversidad de antecedentes y la oportunidad, el idioma y la cultura, discapacidad y orientación sexual; reconocer sus propias limitaciones; adoptar medidas apropiadas para ayudar a los colegas con conductas deterioradas o poco éticas e incompetentes y sobre todo con respecto a sus pacientes; practicar la honestidad y la honradez con integridad personal y profesional; y reconocer los derechos, en particular en lo que respecta a la confidencialidad, el consentimiento informado de los pacientes y las obligaciones.

## PROFESIONALISMO EN LA FORMACIÓN DE PREGRADO

Numerosos autores han señalado que la formación curricular que se les está dando a los estudiantes de odontología debe tener como eje central los valores ligados al profesionalismo, no tan solo explicitándolo claramente en el currículo y en el perfil de egreso, sino además realizando acciones concretas desde el inicio de la formación profesional,<sup>27-30</sup> ya que se sabe que los conocimientos, las habilidades y sobre todo las actitudes tendrán más posibilidades de desarrollarse si se incluyen desde los comienzos de la formación de pregrado. Es en los primeros contactos con docentes, autoridades,

6. Service-mindedness, acting for the benefit of the patients and the public we serve, and approaching those served with compassion.<sup>4</sup>

For its part, the Association of European Dental Education (ADEE) also built the competence profile that a graduating dentist should have in the European Union countries, and in this profile professionalism is one of the most important competences.<sup>1</sup> Some of these competences (of a total of 16) include: provide humane and compassionate care to all patients; acknowledge that the patient is the center of care and that all interactions, including diagnosis, treatment planning and treatment, must focus on the patient's best interests; respect patients and colleagues without prejudice concerning gender, diversity of background and opportunity, language and culture, disabilities and sexual orientation; recognize their own limitations; take appropriate action to help the incompetent, impaired or unethical colleague, and above all with regard to their patients; practice with personal and professional integrity, honesty and trustworthiness; and recognize patients' rights, particularly with regard to confidentiality, informed consent and patients' obligations.

## PROFESSIONALISM IN UNDERGRADUATE EDUCATION

Many authors have pointed out that the values linked to professionalism must be at the center of the curricular training offered to dental students, not only clearly specifying it in the curriculum and in the graduating profile, but also carrying out concrete actions since the beginning of professional training,<sup>27-30</sup> as it is widely accepted that the knowledge, skills and above all the attitudes will have more possibilities to be developed if they are included from early undergraduate training. Professionalism and the standards of



compañeros, y fundamentalmente con los pacientes, donde se desarrollan el profesionalismo y las normas de conductas éticamente correctas, de la mano de una adecuada fundamentación teórica.<sup>31</sup> Por lo tanto, desde una perspectiva valórica, se necesitaría un nuevo perfil del egresado, con un profesional que sea capaz de reorganizar la relación odontólogo-paciente centrándola en la persona y en su dignidad, resolver en forma argumentada los conflictos éticos que aparezcan en su práctica profesional y participar en forma significativa y con juicio crítico en comités de bioética y/o investigación. Además, se justificaría agregar la ética y el profesionalismo en la estructura curricular, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones para su implementación con base en competencias: la ubicación temporal debería responder a la complejidad de los contenidos que el estudiante va cursando, es decir, conjuntamente con las materias básicas en los primeros años de la carrera se dictarían contenidos sobre ética o bioética fundamental, y posteriormente ética clínica y profesionalismo, junto con las especialidades clínicas en los últimos años de la carrera. Otra posibilidad sería atravesando todas las especialidades o materias afines, interdisciplinariamente, en unidades o ejes temáticos en forma fragmentada y aplicadas a los contenidos de cada una de ellas, modelo que resultaría más acorde a los currículos basados en competencias, o bien una combinación de las anteriores.<sup>32</sup>

El desarrollo del profesionalismo en el currículo comienza con los fundamentos de la ciencia, su historia y evolución, con el fin de lograr un lenguaje básico de comunicación, de manera conjunta con las materias básicas y generales del currículo, para posteriormente relacionarlos con las especialidades clínicas que se van cursando en ese momento, de modo que los alumnos puedan extraer ejemplos de su propia práctica clínica. En este nivel de la carrera, una vez el estudiante ha tenido contacto con las especialidades clínicas y hospitalarias, será capaz de reconocer los conflictos éticos, identificar los principios éticos que aparecen en ellos, realizar un análisis crítico y aplicar conceptos de interdisciplina y transdisciplina.<sup>32, 33</sup> De esta forma, articulando la ética y el profesionalismo a la estructura curricular de las mallas odontológicas

ethical behavior develop in the first contacts with professors, authorities, classmates, and especially with patients, in hand with adequate theoretical foundations.<sup>31</sup> Therefore, from the perspective of values, a new graduate profile is needed, with practitioners capable of re-organizing hierarchies in the dentist-patient relationship, focusing on the person's dignity, resolving with arguments the ethical conflicts appearing in their professional practice, and significantly participating with a critical view in bioethics and/or research committees. Also, adding ethics and professionalism to the curricular structure is substantiated considering the following skill-based considerations: the temporal placement should respond to the complexity of the contents the student is exposed to, in such a way that, along with the basic courses in the first academic years, there should be the fundamentals of ethics and bioethics, and later clinical ethics and professionalism, together with the clinical specialties in the last years of the course of studies. Another possibility would be crossing all the specialties or related courses in an interdisciplinary manner, in units or central themes in a fragmented way and applied to each course—a model that would agree more with skill-based curricula—, or a combination of all the above.<sup>32</sup>

Developing professionalism in the curriculum starts with the basics of science, its history and evolution, in order to achieve a basic language for communication, together with the basic and general courses in the curriculum, to subsequently relate the clinical specialties being studied at that time, in such a way that students can take examples from their own clinical practice. At this point in the course of studies, once the students have had contact with the clinical and hospital specialties, they will be able to recognize ethical conflicts, identify the ethical principles that appear in them, perform a critical analysis and apply interdisciplinary and transdisciplinary concepts.<sup>32, 33</sup> In this way, articulating ethics and professionalism to the curricular structure

a lo largo de toda la carrera, se logrará una práctica clínica más racional y consciente del paciente como persona y no solamente como una entidad bucal.<sup>32, 33</sup>

Actualmente, el lugar que ocupa la formación del profesionalismo y de los valores en la estructura curricular de las universidades de Latinoamérica y el mundo es limitado, y existe bastante evidencia de que la sola inclusión de estos temas en el plan curricular no es suficiente, por lo que los estudiantes egresan con un nivel mínimo en estos aspectos relevantes de su formación universitaria. Por ejemplo, el número de horas crédito dentro de las mallas curriculares de Norteamérica no sobrepasa las dos horas.<sup>28, 34</sup> Es sabido que para generar conocimientos, habilidades y actitudes se requiere de un proceso educativo gradual, tanto en contenidos como en tiempo cursado, que acompañe al alumno en sus materias a lo largo de su formación.<sup>35</sup> Desde su etapa de estudiante, el odontólogo se enfrenta diariamente con dilemas que le plantea la práctica clínica, y será su formación en valores profesionales lo que le aportará un enfoque más humanitario y humanístico para enfrentarlos. De este modo, diversas publicaciones han reportado que en los currículos de las facultades de odontología, tanto en Latinoamérica como en el mundo, falta un énfasis en el rol ético, social y de responsabilidad que el odontólogo debe cumplir como sujeto inserto en la sociedad, por lo que existe una desconexión entre la institución educativa y la comunidad.<sup>36-38</sup> En este sentido, estudios realizados en Brasil y Chile informan del fracaso de los currículos para permitir mejorar la calidad de la salud bucal en cuanto a prevención y conductas saludables en la población.<sup>36, 41</sup> Lo mismo se ha descrito en Estados Unidos, donde un tercio de la población no tiene acceso a cuidados odontológicos, por lo que se reconoce que debe haber un cambio curricular con el fin de fomentar el profesionalismo y la preocupación por estos aspectos en el futuro profesional, tema que se sitúa como un desafío dentro de las escuelas dentales estadounidenses, europeas, latinoamericanas y del resto del mundo.<sup>37-40</sup>

Particularmente en Chile, se ha reportado que en la Universidad de Chile, la principal universidad pública del

of dentistry study plans, the clinical practice will be more rational and more aware of the patient as a person, not only as an oral object.<sup>32, 33</sup>

Currently, the place of training in professionalism and values in the curricular structure of universities in Latin America and the world is limited, and there is abundant evidence suggesting that the mere inclusion of these themes in curricular plans is not enough, and therefore graduates perform poorly in these relevant aspects of their higher education. For example, the number of credit hours within the North American curricula does not exceed two hours.<sup>28, 34</sup> It is widely known that to generate knowledge, skills, and attitudes, a gradual educational process is needed in terms of content and study time, accompanying students in their courses throughout their preparation.<sup>35</sup> Since their college years, dentists are daily faced with dilemmas arising in the clinical practice, and their education in professional values is what will provide them with a more humanitarian and humanistic approach to face them. Thus, several publications have reported that the curricula of dental schools in Latin America and the world lack an emphasis in the ethical and social role of dentists as social subjects, so there is a disconnection between educational institution and community.<sup>36-38</sup> In this sense, studies conducted in Brazil and Chile report failure of the curricula to allow improving oral health quality in terms of prevention and healthy behaviors among the population.<sup>36, 41</sup> The same has been described in the United States, where a third of the population has no access to dental care, recognizing that there must be a curricular change in order to promote professionalism and the interest in these issues among future professionals—a challenging aspect within dental schools in the U.S., Europe, Latin America and the rest of the world.<sup>37-40</sup>

Particularly in Chile, it has been reported that at the University of Chile, the main public university in

país, el currículo y las prácticas docentes en la carrera de odontología, de acuerdo con la opinión de estudiantes y académicos, tienen una escasa influencia en la formación de profesionales con compromiso ético, y que la responsabilidad social es lo menos fomentado por el currículo.<sup>41</sup> Además, estudiantes y docentes opinan que la formación tiende a potenciar el individualismo y una competitividad exagerada entre los estudiantes. Por otro lado, tanto estudiantes como docentes piensan que los valores expresados en la misión de la universidad son muy importantes y consideran que deben ser competencias que un egresado de la Facultad de Odontología debería manejar. Sin embargo, la opinión prevalente es que no existe coherencia entre la misión de la universidad y la formación curricular que entrega la Facultad de Odontología en la realidad.<sup>41</sup>

## CLIMA EDUCATIVO Y ROL DEL DOCENTE

Otro aspecto interesante a considerar es el clima o medio ambiente generado en las facultades de odontología, el cual tampoco favorece el desarrollo personal y humano de los estudiantes.<sup>42, 43</sup> Además del estrés y el agotamiento reportado en numerosos estudios sobre estudiantes de carreras de odontología en el mundo,<sup>44-46</sup> también se ha demostrado que estos reconocen tener conductas poco profesionales debido a la presión que ejerce la carrera, donde la atención al paciente se ve solo como un programa a cumplir, con requerimientos que hay que sortear de manera inflexible. Todos estos aspectos irían en contra de un ambiente de integridad propicio para generar conductas ligadas al profesionalismo.<sup>41, 47, 48</sup> Un aspecto importante es que estos juicios de los alumnos también involucran el papel de los docentes, sobre todo en los últimos años de la carrera de odontología, que se basa en tutorías clínicas directas del docente al alumno cuando este atiende a sus pacientes en las distintas disciplinas odontológicas. Los alumnos perciben que los docentes solo priorizan y premian el cumplimiento de las acciones clínicas, ser el mejor

the country, the curriculum and teaching practices in the dental program, according to students and professors, have limited influence in the preparation of professionals with ethical commitment, and that social responsibility is not sufficiently fostered by the curriculum.<sup>41</sup> In addition, students and professors say that the education tends to promote individualism and abundant competitiveness among students. On the other hand, students and professors think that the values expressed in the university's mission statement are very important, and consider them as skills that a graduate from the School of Dentistry should possess. However, the prevalent opinion is that there is no coherence between the mission of the university and the curricular training actually offered by the School of Dentistry.<sup>41</sup>

## EDUCATIONAL CLIMATE AND PROFESSOR'S ROLE

Another interesting aspect is the climate or environment promoted in dental schools, which again does not favor the personal and human development of students.<sup>42, 43</sup> In addition to the stress and fatigue reported in numerous studies on dental students worldwide,<sup>44-46</sup> it has been shown that they recognize behaving in a not very professional manner due to the pressures of the course of studies, where patient care is seen only as a program to be met, with requirements that need to be inflexibly sorted out. All these aspects go against a suitable environment of integrity to generate professional behaviors.<sup>41, 47, 48</sup> An important aspect is that these views by the students also involve the role of professors, especially in the last years of the dental course of studies, which is based on direct clinical tutoring between professor and student when assisting patients in the various dental disciplines. Students perceive that professors only prioritize and reward achieving the diverse clinical actions, being the best student, and completing the

alumno y terminar el programa dentro del plazo, y no así la preocupación y el trato del alumno por su paciente, manteniendo una conducta ética y profesional acordes. Es interesante además analizar que dichas conductas también están en relación con las conductas del docente hacia los alumnos; es decir, si ellos perciben por parte del docente favoritismos, conductas prejuiciosas y juegos de poder, reafirman la opinión de que el valor moral en la educación odontológica está disminuido.<sup>47, 49</sup>

Dada la riqueza de las interacciones que se producen mientras los estudiantes están atendiendo pacientes, parece razonable suponer que el currículo oculto se torna aún más relevante en el entorno clínico, por lo que dentro de este entorno el profesor clínico debe actuar como un verdadero modelo a seguir, y al hacerlo dará forma a los resultados de actitud y comportamiento de sus estudiantes. Esto requiere que el maestro clínico sea también de carácter reflexivo y flexible, ya que muchas veces la sesión clínica no permite una planificación previa de manera completa; por lo tanto, el profesor requiere un mayor grado de reflexión para dar sentido a las emociones y comportamientos propios de sus estudiantes. Una reflexión superior es sin duda un proceso complejo que depende de la habilidad del docente para dar cabida a las distintas circunstancias y a los diferentes puntos de vista, mostrando un dinamismo para moderar su enseñanza. Sin esta reflexión el profesor no será consciente de lo que su enseñanza les está proporcionando a los estudiantes. Esto resulta fundamental debido principalmente a que los estudiantes dan gran importancia a la opinión y experiencia de sus docentes, y por tanto una buena relación docente-estudiante resulta fundamental para el buen desempeño de ambos.<sup>50-52</sup> Además, la formación de los docentes en pedagogía universitaria, de modo que puedan enseñar y evaluar utilizando diversas estrategias, es de vital importancia para que se establezca un buen proceso enseñanza-aprendizaje,<sup>53-55</sup> principalmente cuando los estudiantes están desenvolviéndose en un medio que implica muchos desafíos y estrés, como es la atención clínica de pacientes. Bajo esta premisa, los profesores deben ser también ejemplos morales y haber recibido entrenamiento en el sistema del modelo de enseñanza.<sup>29</sup>

program of studies within the time limit, beyond the student concern for patients and maintaining a consistent ethical and professional behavior. It is interesting to analyze that these behaviors are also in relation to the behavior of the professor towards the students; that is, if students perceive favoritism, prejudiced behavior, and power plays from professors, they confirm the view that moral values in dental education are declining.<sup>47, 49</sup>

Given the richness of the interactions that occur while students are treating patients, it seems reasonable to assume that the hidden curriculum becomes even more relevant in the clinical environment, so within this environment the clinical professor should act as a real model to follow, and in doing so will shape the expected attitudes and behavior from students. This requires from the clinical professor to be thoughtful and flexible, since often the clinical session does not allow for full prior planning; therefore, the professor requires a higher level of reflection to address the emotions and behaviors of students. A higher level of reflection is undoubtedly a complex process that depends on the professor's ability to accommodate the different circumstances and the different points of view, showing dynamism to moderate their teaching. Without this reflection, professors will not be aware of what their teaching is providing students with. This is fundamental mainly because students consider the opinions and experience of their professors as very important, and therefore a good professor-student relationship is essential for the good performance of both.<sup>50-52</sup> In addition, the training of professors in university teaching, so that they can teach and evaluate using various strategies, is very important for the establishment of a good teaching-learning process,<sup>53-55</sup> mainly when students are dealing with an environment involving many challenges and stress, as the clinical care of patients. Under this premise, professors must also be moral examples and receive training in the teaching model system.<sup>29</sup>

## ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y DE EVALUACIÓN DEL PROFESIONALISMO

Como se mencionó anteriormente, el componente ético y el profesionalismo en la educación odontológica están debilitados, debido a que no están incorporados mediante estrategias metodológicas de enseñanza adecuadas tendientes a desarrollar conductas éticas y profesionales en los estudiantes en contextos reales, sino que se limitan en algunos casos solo a cursos teóricos con unas pocas horas-crédito, o simplemente no están declaradas en el plan de estudios, quedando exclusivamente en el ámbito del currículo oculto. De la misma forma, la evaluación de esta dimensión resulta ser difícil, ya que puede interpretarse como subjetiva, y el diseño de instrumentos de evaluación objetivos y en contextos reales apenas está comenzando a aplicarse.<sup>29, 34, 37, 56</sup> Sin embargo, la evidencia sugiere que cultivar la capacidad de los alumnos para reflexionar sobre su desempeño es una parte importante del desarrollo de la profesionalidad. Es probable que fomentar la práctica consciente mejore la atención, la conciencia de sí mismo, la aceptación y el cuidado personal.<sup>57</sup> De este modo, muchos estudiantes aprenden a desarrollar una mejor comprensión de los efectos de sus propios sentimientos y una relación de respeto mutuo con los pacientes.<sup>58</sup> Los profesionales reflexivos aprenden a cuestionar sus suposiciones y a utilizar las experiencias del pasado, reconociendo las fortalezas y debilidades en su propio aprendizaje, lo que a su vez fomenta el compromiso con la excelencia y el aprendizaje para toda la vida. Así, al reflexionar sobre este tipo de eventos, los estudiantes deben ser alentados a considerar el contexto del evento y las implicaciones para la práctica futura, tanto en relación consigo mismos como con el equipo dental en general.<sup>59</sup> Asimismo, se sabe que el fomento de actitudes favorables hacia el aprendizaje permanente y el desarrollo profesional continuo constituye una herramienta de vital importancia.<sup>60</sup>

Un ejemplo interesante de prácticas metodológicas en relación con la enseñanza de la ética y el profesionalismo es lo que se ha implementado en la Escuela Schulich de Medicina y Odontología en Canadá,<sup>61</sup> en donde se han

## METHODOLOGICAL STRATEGIES AND ASSESSMENT OF PROFESSIONALISM

As mentioned above, the ethical component and professionalism in dental education are declining, since they are not incorporated by appropriate teaching strategies to develop professional and ethical behavior in students in real contexts, but are limited in some cases to theoretical courses with a few credit-hours, or simply are not stated in the curricula, being exclusively part of the hidden curriculum. Similarly, assessing this dimension is difficult because it can be interpreted as subjective, and designing objective assessment instruments in real contexts is just in its beginning phase.<sup>29, 34, 37, 56</sup> However, the evidence suggests that cultivating the ability of students to reflect on their performance is an important part of the development of professionalism. It is likely that promoting conscious practice will improve care, self-awareness, acceptance and personal care.<sup>57</sup> In this way, many students learn to develop a better understanding of the effects of their own feelings and a relationship of mutual respect with their patients.<sup>58</sup> Reflective practitioners learn to question their assumptions and to use past experiences, recognizing the strengths and weaknesses in their own learning, which in turn fosters commitment to excellence and learning for life. So, in reflecting about this type of events, students should be encouraged to consider the context of the event and the implications for future practice, both in relation to themselves and to the dental team in general.<sup>59</sup> It is also known that promoting favorable attitudes towards lifelong learning and continuing professional development is a vital tool.<sup>60</sup>

An interesting example of methodological practices in relation to the teaching of ethics and professionalism is what has been implemented in the Schulich School of Medicine and Dentistry in

desarrollado algunos métodos de enseñanza innovadores que pueden preparar a los estudiantes para los desafíos de la práctica profesional, permitiéndoles adquirir competencias clínicas especificadas por los organismos reguladores, así como competencias relacionadas con el profesionalismo; por tanto, el objetivo de esta escuela es integrar la ética en la práctica clínica y en el propio proceso educativo. De esta forma, mediante el programa de estudios de pregrado se crean oportunidades para que los alumnos incorporen los principios éticos y el profesionalismo en su experiencia como estudiantes. Dentro de las acciones y métodos que se han desarrollado en esta escuela se encuentra el trabajar la responsabilidad y la confianza desde el primer día. Los odontólogos deben tratar con respeto a sus pacientes, al personal y a sus colegas. Además, en el curso del primer año de administración práctica, los estudiantes aplican los principios de la ética y los valores fundamentales de la profesión en debates basados en casos reales. De esta forma se les enseña y anima a transformar la teoría en la práctica, si bien se es consciente de la necesidad de una evaluación independiente del conflicto de principios éticos que se presentan. Para reforzar conferencias sobre profesionalismo e impulsar los debates en clase, también se muestran videos estandarizados sobre las interacciones paciente-dentista, retratando ejemplos negativos y positivos de las situaciones clínicas. En cursos más avanzados se utilizan pacientes estandarizados para aumentar la enseñanza del profesionalismo, la comunicación interpersonal y el pensamiento crítico. En el curso de cuarto año de Administración de Prácticas, la ética profesional, la comunicación interpersonal y la ley (jurisprudencia) se combinan con encuentros estandarizados adicionales con pacientes, para proporcionar más oportunidades para aplicar las habilidades de comunicación, aumentar la apreciación de la gestión de riesgos y proporcionar la experiencia en la toma de decisiones clínicas.<sup>61</sup> Esto debería ayudar a sentar las bases para que los estudiantes desarrollen mejores prácticas ligadas a la conducta profesional después de la graduación.

Con respecto a la evaluación del profesionalismo, hay bastantes publicaciones que señalan que esta debe ir

Canada,<sup>61</sup> with the development of some innovative education methods to prepare students for the challenges of professional practice, allowing them to acquire clinical skills specified by regulatory bodies, as well as skills related to professionalism; therefore, the goal of this school is to integrate ethics in clinical practice and in the educational process itself. Thus, the undergraduate studies program creates opportunities for students to incorporate ethical principles and professionalism in their experience as students. Within the actions and methods that have been developed in this school is working responsibility and confidence from day one. Dentists should treat their patients, personnel, and colleagues respectfully. In addition, during the first year of Administration of Practices, the students apply the principles of ethics and fundamental values of the profession in discussions based in real cases. This teaches them and encourages them to transform theory into practice, while being conscious of the need for an independent evaluation of the conflicts of ethical principles that may arise. To reinforce lectures on professionalism and promote class discussions, standardized videos on patient-clinician interactions are also shown, portraying positive and negative examples of clinical situations. In more advanced courses, standardized patients are used to increase the teaching of professionalism, interpersonal communication, and critical thinking. In the Practice Administration course in the fourth year, professional ethics, interpersonal communication, and laws (jurisprudence) are combined with standardized meetings with additional patients, to provide further opportunities to apply communication skills, increase the recognition of risks management, and provide experiences in clinical decision making.<sup>61</sup> This should help lay the foundations for the students to develop best practices linked to professional behavior after graduation.

Regarding the evaluation of professionalism, there are abundant publications indicating that this must

siempre acompañada de una retroalimentación, por ejemplo, después de un encuentro clínico con los estudiantes. Por otra parte, los portafolios de reflexión sirven también como herramienta evaluativa donde los profesores pueden poner apuntes o preguntas para ir profundizando la reflexión de los estudiantes en relación con un tópico específico.<sup>62-64</sup> Existen informes en Estados Unidos acerca de programas clínicos que evalúan directamente el profesionalismo con una calificación en cada ocasión a través de rúbricas especialmente diseñadas. También se ha descrito la utilización del Examen Clínico Estructurado Objetivo (ECO) como una forma de evaluación de la ética y el profesionalismo.<sup>61</sup> Varias publicaciones concluyen que las facultades de odontología deberían utilizar y desarrollar una variedad de métodos independientes y eficaces tanto en la enseñanza como en la evaluación de la profesionalidad, dado que solo evaluando los resultados del aprendizaje del profesionalismo se puede asegurar que las escuelas estén logrando estas competencias en sus graduados.<sup>65</sup>

## CONCLUSIONES Y

### CONSIDERACIONES FINALES

Actualmente, el desempeño profesional eficiente debe contemplar, además de las competencias profesionales específicas, las competencias profesionales transversales, por lo que resulta evidente que los valores asociados al profesionalismo y su formación y adquisición por parte de los estudiantes se constituye en una responsabilidad primordial de las instituciones educativas. De este modo, la universidad no se constituye en un espacio neutro, sino como el lugar adecuado para actuar como agente formador y transmisor de valores y profesionalismo, los cuales deben manifestarse en actitudes y conductas concretas de los alumnos. Su tarea no se reduce a impartir conocimientos que supuestamente habilitarán para ejercer una profesión determinada, como la odontología, sino también para formar integralmente y preparar al estudiante para su futuro rol en la sociedad.

always be followed by feedback, for instance after a clinical meeting with students. Moreover, reflection portfolios also serve as an evaluative tool where professors can use notes or questions to deepen the students' reflections in relation to a specific topic.<sup>62-64</sup> In the United States there are reports about clinical programs that directly evaluate professionalism by rating each occasion through especially designed rubrics. The use of the Objective Structured Clinical Examination (OSCE) as a form to assess ethics and professionalism has also been described.<sup>61</sup> Several publications conclude that dental schools should use and develop a variety of independent and effective methods in both the teaching and the evaluation of professionalism, since only evaluating the results of the learning of professionalism can ensure that the schools are achieving these competencies in their graduates.<sup>65</sup>

## CONCLUSIONS AND FINAL

### CONSIDERATIONS

Currently, efficient professional performance must include transversal professional skills, in addition to specific professional competences, making evident that the values associated to professionalism and their training and acquisition by students is a primary responsibility of educational institutions. Thus, universities are not neutral places but the right places to act as a trainer and transmitter of values and professionalism, which must become evident in attitudes and specific behaviors by students. The universities' task is not limited to providing knowledge that will supposedly enable to exercise a certain profession, such as dentistry, but also to fully prepare students for their future role in society.

Muchas de las debilidades en la formación odontológica respecto a los valores asociados al profesionalismo son consecuencia de la presión y del estrés a que se ven sometidos los estudiantes durante la atención clínica de pacientes, con un programa y número de acciones determinados que tienen que cumplir obligatoriamente para aprobar la asignatura. Desde esta perspectiva, acercar al estudiante a la realidad profesional desde etapas de formación más tempranas, en clínicas integradas por ejemplo, resulta fundamental. De esta forma, el logro de las competencias clínicas, realizando una atención integral del paciente y no de acciones individuales a cumplir, puede ser una oportunidad para disminuir significativamente el estrés al que están sometidos los alumnos. Esto último fortalecerá además en los estudiantes otras competencias transversales, como el sentido de responsabilidad y la empatía hacia el paciente, evitando que lo vea como un objeto o programa a cumplir, sino como una persona a la que hay que ayudar a resolver sus problemas de salud bucal, permitiéndole recuperar su bienestar general.

Por otro lado, en este contexto de atención clínica es importante que el docente clínico sea de carácter reactivo y flexible, ya que la sesión clínica no suele permitir una planificación previa de manera completa, por lo que un mayor grado de reflexión por parte del profesor es necesario para dar sentido a las emociones y comportamientos propios de los estudiantes durante la atención de pacientes. Este es un proceso complejo y depende de la habilidad del docente para actuar con flexibilidad, siendo un verdadero modelo a seguir por el alumno en el proceso enseñanza-aprendizaje, y aprovechar las distintas circunstancias que se presentan durante el trabajo clínico del estudiante para, entre otras cosas, dar cabida a sus puntos de vista en una situación determinada. Esta reflexión resulta también fundamental para el trabajo de las competencias transversales de los alumnos y se refiere a aspectos que hay que fomentar y fortalecer en los docentes clínicos. Desde esta perspectiva, creemos que es de gran importancia la formación adecuada de los docentes clínicos en pedagogía universitaria, que les permita contar con conocimientos en diferentes estrate-

Many weaknesses in dental education concerning values associated to professionalism are a consequence of the pressure and stress students are subjected to during the clinical assistance to patients, with a syllabus and several actions that should be completed to approve a course. From this perspective, it is critical to bring students closer to the professional reality since early stages in their course of studies, for example in integrated clinical sessions. In this way, the achievement of clinical competences by offering patients with comprehensive care instead of individual actions, can be an opportunity to significantly reduce the stress students are subjected to. This will also strengthen other transverse skills in students, such as the sense of responsibility and empathy towards patients, instead of seeing them as an object or a program to meet, but as persons who need help in solving their oral health problems and in recovering overall personal welfare.

On the other hand, in this context of clinical care it is important for the clinical professor to be reactive and flexible, since often the clinical session does not allow for full prior planning; therefore, the professor requires a higher level of reflection to address the emotions and behaviors of students. This is a complex process that depends on the professor's ability to act with flexibility, being a real model to follow by the student in the teaching-learning process, taking advantage of all the circumstances arising during the students' clinical work and, among other things, providing their views in a given situation. This reflection is also fundamental to work the transversal competences of students and refers to aspects that should be promoted and strengthened in clinical professors. From this perspective, we believe that adequate training in university teaching is highly important for clinical professors, providing them with knowledge in different methods and evaluation



gias metodológicas y de evaluación, no tan solo de los aspectos técnicos de la profesión sino de la formación en valores profesionales, otorgándoles herramientas que facilitarán en gran medida el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, aunque no menos importante, es fundamental el compromiso de las instituciones de educación superior que imparten la carrera de odontología para potenciar climas de integridad académica. Este compromiso debe traducirse no solo en incentivar conductas y comportamientos adecuados de todos los estamentos que trabajan en la institución, sino también crear instancias formales (comité ético-docente o uno similar) que puedan analizar e inclusive sancionar a quienes actúen en contra de los valores profesionales. La odontología es una profesión con un profundo sentido social que persigue solucionar los problemas de salud bucal de la población y mejorar su calidad de vida. Sin embargo, para conseguir esto, es absolutamente necesario un comportamiento ético-profesional y una responsabilidad social por parte de quienes ejercen la profesión, por lo que estos aspectos valóricos deben ser una preocupación constante y estar en el centro de la formación odontológica que entregan las universidades tanto latinoamericanas como de todo el mundo.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Marcela Alcota  
Departamento de Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.  
(+56 02) 978 1839  
malcota@u.uchile.cl  
Sergio Livingstone 943, Independencia.  
Santiago, Chile.

strategies, to assess not only the technical aspects of the profession but also the teaching of professional values, and offering them tools that will largely facilitate the teaching-learning process.

Finally, but not least important, the commitment of higher education institutions offering dental careers is essential to promote an environment of academic integrity. This commitment will not only encourage appropriate behaviors among all the parties working in educational institutions, but will also create formal instances (such as an Ethics Committee or the like) that can analyze and even sanction those who act against the professional values. The dental profession is one with deep social commitment seeking the solution to the oral health problems of the population and to improve their quality of life. However, an ethical-professional behavior and social responsibility by those engaged in the profession are essential to achieve this, and therefore the axiological aspects should be a constant concern and be at the center of the dental training offered by universities in Latin America and around the world.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Marcela Alcota  
Departamento de Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile.  
(+56 02) 978 1839  
malcota@u.uchile.cl  
Sergio Livingstone 943, Independencia.  
Santiago, Chile

Fermín E. González  
 Departamento de Odontología Conservadora, Facultad  
 de Odontología, Universidad de Chile.  
 (+56 02) 978 1714  
 fgonzalez@uchile.cl  
 Sergio Livingstone 943, Independencia.  
 Santiago, Chile.

Fermín E. González  
 Departamento de Odontología Conservadora,  
 Facultad de Odontología, Universidad de Chile.  
 (+56 02) 978 1714  
 fgonzalez@uchile.cl  
 Sergio Livingstone 943, Independencia.  
 Santiago, Chile

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Manogue M, McLoughlin J, Christersson C, Delap E, Lindh C, Schoonheim-Klein M et al. Curriculum structure, content, learning and assessment in European undergraduate dental education - update 2010. *Eur J Dent Educ* 2011; 15(3): 133-141.
2. Cowpe J, Plasschaert A, Harzer W, Vinkka-Puhakka H, Walmsley AD. Profile and competences for the graduating European dentist - update 2009. *Eur J Dent Educ* 2010; 14(4): 193-202.
3. General Dental Council GDC. The first five years: third edition (interim) 2008 [internet]. London: GDC; 2008 [Consultado el 3 de junio de 2015]. Disponible en: <http://www.gdc-uk.org/Aboutus/education/Documents/TheFirstFiveYears.pdf>
4. American Dental Education Association ADEA. ADEA Statement on Professionalism in Dental Education As Approved by the 2009 ADEA House of Delegates [internet]. Washington DC: ADEA; 2009 [Consultado el 8 de abril de 2015]. Disponible en: [http://www.adea.org/documents/Section3/\(3.2.5\)-ADEA-Statement-on-Professionalism-in-Dental-Education.pdf](http://www.adea.org/documents/Section3/(3.2.5)-ADEA-Statement-on-Professionalism-in-Dental-Education.pdf)
5. American Dental Association ADA. Principles of ethics and code of professional conduct [internet]. [Consultado el 2 de mayo de 2015]. [http://www.ada.org/en/~/media/ADA/Publications/Files/ADA\\_Code\\_of\\_Ethics\\_2016](http://www.ada.org/en/~/media/ADA/Publications/Files/ADA_Code_of_Ethics_2016).
6. Masella RS. Renewing professionalism in dental education: overcoming the market environment. *J Dent Educ* 2007; 71(2): 205-216.
7. Chamberlain TC, Catano VM, Cunningham DP. Personality as a predictor of professional behavior in dental school: comparisons with dental practitioners. *J Dent Educ* 2005; 69 (11): 1222-1237.
8. Baño R. Universidad pública y sociedad en el siglo XXI. Presentación del tema. *Revista de Sociología Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Chile* 2005; 19: 7-16.
9. The Bologna Process. The European Higher Education Area [internet]. Vienna: Austrian Federal Ministry of Science and Research BMWFA; 2008 [Consultado el 8 de noviembre de 2014]. Disponible en: [http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/Bologna\\_booklet\\_professional.pdf](http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/Bologna_booklet_professional.pdf)
10. Palés AJ. El proceso de Bolonia, más allá de los cambios estructurales: una visión desde la educación médica en España. *REDU* 2012; 10: 35-53.
11. Alcota M. Aportes de la carrera de odontología al desarrollo de competencias genéricas: compromiso ético y responsabilidad social. [Tesis de Magister en Educación en Ciencias de la Salud] Santiago: Universidad de Chile. Facultad de Medicina; 2009.
12. Camps V. La excelencia en las profesiones sanitarias. *Humanitas Humanidades Médicas* 2007; 21: 1-13.
13. Morales-Ruiz JC. Formación integral y profesionalismo médico: una propuesta de trabajo en el aula. *Educ Med* 2009; 12(2): 73-82.
14. Christie CR, Bowen DM y Paarman CS. Curriculum evaluation of ethical reasoning and professional responsibility. *J Dent Educ* 2003; 67(1): 55-63.
15. Whitehead AW, Novak KF. A model for assessing the ethical environment in academic dentistry. *J Dent Educ* 2003; 67(10): 1113-1121.
16. Molina AT, Silva FE, Cabezas CA. Concepciones teóricas y metodológicas para la implementación de un modelo pedagógico para la formación de valores en estudiantes universitarios. *Estudios Pedagógicos* 2005; 31(1): 79-95.

17. Batista N. Una concepción metodológica de educación en valores para su diseño curricular en las carreras de ingeniería. [Tesis doctoral en Ciencias Pedagógicas]. La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría; 2001.
18. Carrasco E, Osses S. Estudio del perfil valórico: el caso de los estudiantes de primer nivel de la carrera de obstetricia y puericultura de la Facultad de Medicina de la Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. *Estudios Pedagógicos* 2005; 31(1): 7-32.
19. Morán-Barrios J. Un nuevo profesional para una nueva sociedad. Respuestas desde la educación médica: la formación basada en competencias. *Rev Asoc Esp Neuropsiq* 2013; 33(118): 385-405.
20. Martínez M, Buxarrais MR; Esteban F. La universidad como espacio de aprendizaje ético. *Revista Iberoamericana de Educación* 2002; 29: 17-43.
21. Esteban F, Buxarrais MR. El aprendizaje ético y la formación universitaria más allá de la casualidad. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria* 2004; 16: 91-108.
22. Casares PM, Carmona G, Martínez FM. Valores profesionales en la formación universitaria. *REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa*. [internet] 2010; 12: 1-15 [Consultado el 3 de mayo de 2015]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3268043>.
23. Cardozo C, Rodríguez E, Lolas F, Quezada A. Ética y odontología, una introducción. Santiago de Chile: CIEB Universidad de Chile. 2006.
24. Nash DA. On ethics in the profession of dentistry and dental education. *Eur J Dent Educ* 2007; 11(2): 64-74.
25. Gibson DD, Coldwell LL, Kiewit SF. Creating a culture of professionalism: an integrated approach. *Acad Med* 2000; 75(5): 509-510.
26. Phelan S, Obenshain SS, Galey WR. Evaluation of the noncognitive professional traits of medical students. *Acad Med* 1993; 68(10): 799-803.
27. Acharya S. The ethical climate in academic dentistry in India: faculty and student perceptions. *J Dent Educ* 2005; 69(6): 671-680.
28. Bertolami CN. Why our ethics curricula don't work. *J Dent Educ* 2004; 68(4): 414-425.
29. Berk NW. Teaching ethics in dental schools: trends, techniques, and targets. *J Dent Educ* 2001; 65(8): 744-750.
30. Sharp H, Stefanie SJ. Ethics education in dental school: continuing the conversation. *J Dent Educ* 2004; 68(8): 801-802.
31. Gracia D. Fundamentación y enseñanza de la bioética. Bogotá: El Buho; 1998.
32. Bermúdez de Caicedo MC. Los programas de formación ética en odontología. En: *Ética y odontología: una introducción*. Santiago de Chile: CIEB Universidad de Chile; 2006. p. 117-126.
33. Bebeau MJ. Enhancing professionalism using ethics education as part of a dental licensure board's disciplinary action. Part 1. An evidence-based process. *J Am Coll Dent* 2009; 76 (2): 38-50.
34. Odom JG, Beemsterboer PL, Pate TD, Haden NK. Revisiting the status of dental ethics instruction. *J Dent Educ* 2000; 64(11): 772-774.
35. Taobada P. Ética clínica: principios básicos y modelo de análisis. *Bol Esc Med* 1998; 27(1): 7-13. (Consultado el 3 de mayo de 2015). Disponible en <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/boletin/html/etica/etica02.html>
36. Torres de Freitas SF, Kovaleski DF, Boing AF, Ferreira de Oliveira WF. Stages of moral development among Brazilian dental students. *J Dent Educ* 2006; 70(3): 296-306.
37. Haden NK, Catalanotto FA, Alexander CJ, Bailit H, Battrell A, Brossard J et al. Improving the oral health status of all Americans: roles and responsibilities of academic dental institutions: the report of the ADEA President's Commission. *J Dent Educ* 2003; 67(5): 563-583.
38. Slavkin HC. The failure of dentistry's social contract with America and California's search for legislative solutions? *J Dent Educ* 2003; 67(10): 1076-1077.
39. Rubin RW. Developing cultural competence and social responsibility in preclinical dental students. *J Dent Educ* 2004; 68(4): 460-467.
40. Benn DK. Professional monopoly, social covenant, and access to oral health care in the United States. *J Dent Educ* 2003; 67(10): 1080-1090.
41. Alcota M, Ruiz de Gauna P, González FE. Development of ethical practices and social responsibility in dental education at the university of Chile: student and faculty perceptions. *Eur J Dent Educ* 2013; 17(1): 70-76.
42. Henzi D, Davis E, Jasinevicius R. Appraisal of dental school learning environment: the students' View. *J Dent Educ* 2005; 69(10): 1137-1147.

43. Botto RW, Otsuka AS, Braun RJ. Student perceptions of dental school experience. *J Dent Res* 1995; 74: 115.
44. Morse Z, Dravo U. Stress levels of dental students at the Fiji School of Medicine. *Eur J Dent Educ* 2007; 11(2): 99-103.
45. Stewart DW, de Vries J, Singer DL, Degen GG, Wener P. Canadian dental student's perceptions of their learning environment and psychological functioning over time. *J Dent Educ* 2006; 70(9): 972-981.
46. Pohlmann K, Jonas I, Ruf S, Harzer W. Stress, burnout and health in the clinical period of dental education. *Eur J Dent Educ* 2005; 9(2): 78-84.
47. Tankersley KC. Academic integrity from a student's perspective. *J Dent Educ* 1997; 61(8): 692-693.
48. Turner SP, Beemsterboer PL. Enhancing academic integrity: formulating effective honor codes. *J Dent Educ* 2003; 67(10): 1122-1129.
49. Koerber A, Botto RW, Pendleton DD, Albazzaz MB, Doshi SJ, Rinando VA. Enhancing ethical behavior: view of students, administrators and faculty. *J Dent Educ* 2005; 69(2): 213-224.
50. Gerzina TM, McLean T, Fairley J. Dental clinical teaching: perceptions of students and teachers. *J Dent Educ* 2005; 69(12): 1377-1384.
51. Connor JP, Troendle K. Perspectives on the dental school learning environment: putting theory X and theory Y into action in dental education. *J Dent Educ* 2008; 72(12): 1436-1439.
52. Alcota M, Fuenzalida A, Barrientos C, Garrido M, Ruiz-de-Gauna P, González FE. An "XL" endodontics intervention for dental students required to repeat the course: changing frustration to improved grades and attitudes. *J Dent Educ* 2015; 79(4): 399-408.
53. Spallek H, O'Donnell JA, Yoo YI. Preparing faculty members for significant curricular revisions in a school of dental medicine. *J Dent Educ* 2010; 74(3): 275-288.
54. Zilbovicius C, de Araujo ME, Botazzo C, Frias AC, Junqueira SR, Junqueira CR. A paradigm shift in predoctoral dental curricula in Brazil: evaluating the process of change. *J Dent Educ* 2011; 75(4): 557-564.
55. Alcota M, Muñoz A, González FE. Diverse and participative learning methodologies: a remedial teaching intervention for low marks dental students in Chile. *J Dent Educ* 2011; 75(10): 1390-1395.
56. Christie C, Bowen D, Paarmann C. Effectiveness of faculty training to enhance clinical evaluation of student competence in ethical reasoning and professionalism. *J Dent Educ* 2007; 71(8): 1048-1057.
57. Lovas JG, Lovas DA, Lovas PM. Mindfulness and professionalism in dentistry. *J Dent Educ* 2008; 72(9): 998-1009.
58. Schön DA. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books; 1983.
59. Dharamsi S, Richards M, Louie D, Murray D, Berland A, Whitfield M et al. Enhancing medical students' conceptions of the CanMEDS Health Advocate Role through international service-learning and critical reflection: a phenomenological study. *Med Teach* 2010; 32(12): 977-982.
60. Field J, Ellis J, Abbas C, Germain P. Teaching and assessment of professional attitudes in UK dental schools – commentary. *J Dent Educ* 2010; 14(3): 133-135.
61. Schwartz B. An innovative approach to teaching ethics and professionalism. *J Can Dent Assoc* 2009; 75(5): 338-340.
62. Koole S, Vanobbergen J, De Visschere L, Aper L, Dornan T, Derese A. The influence of reflection on portfolio learning in undergraduate dental education. *Eur J Dent Educ* 2013; 17(1): e93-99.
63. Gadbury-Amyot CC, McCracken MS, Woldt JL, Brennan R. Implementation of portfolio assessment of student competence in two dental school populations. *J Dent Educ* 2012; 76(12): 1559-1571.
64. Buckley S, Coleman J, Khan K. Best evidence on the educational effects of undergraduate portfolios. *Clin Teach* 2010; 7(3): 187-191.
65. Lantz MS, Bebeau MJ, Zarkowski, P. The status of ethics teaching and learning in U.S. dental schools. *J Dent Educ* 2011; 75(10): 1295-1309.

---

# PROBIÓTICOS Y SU RELACIÓN CON EL CONTROL DE CARIES. REVISIÓN DE TEMA

## PROBIOTICS AND THEIR RELATIONSHIP WITH CARIES CONTROL. A TOPIC REVIEW

MARÍA DEL PILAR ANGARITA DÍAZ<sup>1</sup>

**RESUMEN.** El desarrollo de estudios relacionados con el microbioma oral humano, así como las ciencias y técnicas aplicadas para investigarlo, han permitido replantear el entendimiento de la caries como una infección endógena causada por un consorcio de microorganismos. Además de identificar la gran diversidad de microorganismos implicados en los procesos cariosos, también se han realizado estudios similares en cavidad oral sana, y análisis de las interacciones entre los microorganismos y el hospedador. Los resultados están abriendo paso a la viabilidad de implementar estrategias biotecnológicas que buscan interrumpir el inicio y la progresión de la enfermedad, y en este sentido los probióticos son una herramienta prometedora. Los probióticos son microorganismos benéficos que al entrar en contacto con la cavidad oral modifican la interacción microbiana a favor de una homeostasis. Utilizando diferentes bases de datos (PubMed, ScienceDirect y Google Académico) se realizó la revisión de literatura sobre los probióticos como una estrategia para el control de la caries, mediante el fundamento de su función en cavidad oral, así como algunos de los estudios realizados hasta el momento y la descripción de las características de las cepas bacterianas más estudiadas y las aisladas recientemente. El artículo concluye con la sustentación de las características ideales que deberían tener las cepas bacterianas para que sean eficientes como probióticos de cavidad oral.

**Palabras clave:** probióticos, caries dental, microbiota, homeostasis

Angarita-Díaz MP. Probióticos y su relación con el control de caries. Revisión de tema. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 179-202. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a10>

---

**ABSTRACT.** The development of studies related to the human oral microbiome, as well as the applied sciences and techniques to investigate it, have helped reconsidering our understanding of tooth decay as an endogenous infection caused by a conglomerate of microorganisms. In addition to identifying the great diversity of microorganisms involved in carious processes, similar studies in healthy oral cavity have also been conducted, as well as analysis of the interactions between microorganisms and the host. The results are paving the way to implementing biotechnology strategies to interrupt the onset and progression of the disease, and in this sense probiotics are a promising tool. Probiotics are beneficial microorganisms that once in contact with the oral cavity modify the microbial interaction favoring homeostasis. A literature review was conducted using various databases (PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar), focusing on probiotics as a strategy for caries control, based on their function in the oral cavity; this includes some of the studies conducted so far as well as the description of features of the bacterial strains most commonly studied and the ones recently isolated. The article concludes by explaining the ideal features that bacterial strains should have to be efficient as probiotics in the oral cavity.

**Key words:** probiotics, dental caries, microbiota, homeostasis

Angarita-Díaz MP. Probiotics and their relationship with caries control. A topic review. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28 (1): 179-202. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a10>

---

1 PhD en Biotecnología. Profesora de microbiología bucal. Investigadora de GIOMET. Facultad de Odontología, Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio. Correo electrónico: [maria.angaritad@campusucc.edu.co](mailto:maria.angaritad@campusucc.edu.co)

---

1 PhD in Biotechnology. Professor of Oral Microbiology. GIOMET Researcher. School of Dentistry, Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio. E-mail: [maria.angaritad@campusucc.edu.co](mailto:maria.angaritad@campusucc.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

Han transcurrido 36 años desde que por primera vez la Organización Mundial de la Salud (OMS) instauró metas mundiales para la salud oral y aún queda mucho trabajo por hacer. Ya en 1989, la misma organización recomendó la promoción de la salud bucal como parte integral de la salud pública.<sup>1</sup> Por tanto, muchos países establecieron estrategias para disminuir las enfermedades bucodentales. Aunque, según reportes mundiales,<sup>2</sup> los esfuerzos en las medidas de salud pública han dado sus frutos en el control de las enfermedades orales, la caries dental sigue siendo considerada una de las enfermedades crónicas más prevalentes.<sup>3</sup> La caries dental llega a afectar funciones básicas como la alimentación y la nutrición e influyen en la vida psicosocial de las personas.<sup>4</sup> Además, puede generar la pérdida dental y enfermedades graves como la endocarditis bacteriana.<sup>5</sup>

En Colombia, el más reciente Estudio Nacional de Salud Bucal ENSAB IV (2014) mostró una disminución en la prevalencia de la caries con respecto al reporte anterior, especialmente en la población de 12 años (pasó de 57% a 37%) y en la población de 20 a 34 años (de 75% a 53%). A pesar de estos resultados, la caries sigue siendo la enfermedad de mayor frecuencia en la población desde las edades más tempranas, dado que el 33,3% de los niños de 1, 3 y 5 años ya presentan antecedentes de esta enfermedad, con una prevalencia de 5,9%, 43,7% y 52,2% respectivamente. Esto indica la necesidad de estrategias que complementen las ya existentes, para lograr la erradicación o un mayor control de esta enfermedad.<sup>6</sup>

La caries dental es una enfermedad producida por el rompimiento del equilibrio del pH, lo cual trae como consecuencia principal el establecimiento de una biopelícula compuesta principalmente por una microflora cariogénica. La interacción entre esta microflora y los factores del huésped condicionará la inhibición o el aceleramiento de esta enfermedad.<sup>7-9</sup>

El desequilibrio o la disbiosis de la microflora bucal hacen de esta enfermedad una infección endógena, y no transmisible, como se consideraba antes.<sup>10, 11</sup> En años

## INTRODUCTION

It has been 36 years since the World Health Organization (WHO) first set forth global goals for oral health and there is still much work to be done. In 1989, the same organization recommended promoting oral health as a public health issue.<sup>1</sup> Consequently, many countries set up strategies to reduce oral diseases. Although according to global reports<sup>2</sup> public health efforts have been effective in controlling oral diseases, dental caries remains one of the most prevalent chronic diseases.<sup>3</sup> Dental caries may affect basic functions like food intake and nutrition, and can influence the psycho-social life of patients.<sup>4</sup> It can also produce tooth loss and serious diseases such as bacterial endocarditis.<sup>5</sup>

In Colombia, the most recent Estudio Nacional de Salud Bucal ENSAB IV (2014) showed a decrease in caries prevalence compared to the previous report, especially in the population aged 12 years (going from 57% to 37%) and in the population aged 20 to 34 years (from 75% to 53%). Despite these results, caries remains the most frequent disease in the earlier years, since 33.3% of children aged 1, 3 and 5 years already have experience of this disease, with a prevalence of 5.9%, 43.7% and 52.2% respectively. This shows the need for strategies to complement the existing ones, to achieve the eradication or a greater control of this disease.<sup>6</sup>

Dental caries is a disease caused by a shift in pH balance, resulting in the formation of a biofilm composed mainly of cariogenic microflora. The interaction between this microflora and host factors conditions the deceleration or acceleration of the disease.<sup>7-9</sup>

Imbalance or dysbiosis of the oral microflora make this disease an endogenous infection, which is not transmissible, as previously believed.<sup>10, 11</sup> In recent

recientes, varios grupos de investigación han centrado sus esfuerzos en el estudio de la microbiota oral,<sup>12-14</sup> identificando los microorganismos implicados en los procesos cariogénicos, los microorganismos de cavidad oral sana, los procesos metabólicos de estos y las interacciones entre los microorganismos y el hospedador. A partir de estos conocimientos se han intentado desarrollar herramientas biotecnológicas, entre las que se encuentran los probióticos,<sup>15, 16</sup> cuya finalidad es el control selectivo de los agentes etiológicos de la caries y el mantenimiento de la homeostasis oral. La definición de los probióticos aceptada por la OMS y la FAO es que son “microorganismos vivos, principalmente bacterias, que son seguros para el consumo humano, y cuando son ingeridos en suficiente cantidad, tienen efectos benéficos en la salud humana”.<sup>17</sup>

El objetivo de esta revisión es presentar los probióticos como una estrategia para el control de la caries dentro del contexto de la microbiología y el mantenimiento de la homeostasis oral, teniendo como soporte estudios realizados con diferentes cepas bacterianas que cumplen con esta característica.

## MICROBIOLOGÍA DE LA CAVIDAD ORAL

Se ha estimado que en la cavidad oral hay más de mil especies diferentes de bacterias como colonizadoras potenciales.<sup>18-22</sup> Solamente 280 especies han sido aisladas e identificadas, pero mediante técnicas moleculares basadas en el clonaje del gen 16S RNA, se ha llegado a identificar aproximadamente 600 especies o filotipos.<sup>19</sup> La mayoría de estas bacterias cumplen un papel comensal, manteniendo la homeostasis del ecosistema, y otras participan en el desarrollo de patologías.<sup>23-25</sup>

De acuerdo a las condiciones de la cavidad oral, varían los tipos y la proporción de las bacterias.<sup>12-14, 26</sup> Estas diferencias son evidentes, entre cavidad oral sana o con algún tipo de patología, como caries,<sup>27-29</sup> periodontitis<sup>30</sup> o cáncer.<sup>31,32</sup>

years, several research groups have focused their efforts on the study of oral microbiota,<sup>12-14</sup> identifying microorganisms involved in cariogenic processes, microorganisms of the healthy oral cavity, their metabolic processes, and the interactions between microorganisms and host. Some biotechnology tools have been tried based on all this research, including probiotics,<sup>15, 16</sup> intended for a selective control of the etiological agents of caries and the maintenance of oral homeostasis. The WHO/FAO have accepted the definition of probiotics as “live microorganisms, mainly bacteria, that are safe for human consumption, and when administered in adequate amounts confer a health benefit on the host”.<sup>17</sup>

The objective of this topic review is to present probiotics as a strategy for caries control within the context of microbiology and the maintenance of oral homeostasis, as supported by studies conducted on different bacterial strains that comply with this characteristic.

## MICROBIOLOGY OF THE ORAL CAVITY

It has been estimated that there are over a thousand different species of bacteria in the oral cavity as potential colonizers.<sup>18-22</sup> Only 280 species have been isolated and identified, but using molecular techniques based on the cloning of gene 16S RNA, about 600 species or phylotypes have been identified.<sup>19</sup> Most of these bacteria are commensals, maintaining the homeostasis of the ecosystem, while others are involved in the development of pathologies.<sup>23-25</sup>

The types and proportions of bacteria vary according to the conditions of the oral cavity.<sup>12-14, 26</sup> These differences are evident between a healthy oral cavity and one with some kind of pathology, such as caries,<sup>27-29</sup> periodontitis,<sup>30</sup> or cancer.<sup>31,32</sup>

La cavidad oral sana está caracterizada por una microflora dominada por el *phylum Firmicutes* (género *Streptococcus*, familia *Veillonellaceae*, género *Granulicatella*), *Proteobacteria* (género *Neisseria*, *Haemophilus*), *Actinobacteria* (género *Corynebacterium*, *Rothia*, *Actinomyces*), *Bacteroidetes* (género *Prevotella*, *Capnocytophaga*, *Porphyromona*) y *Fusobacteria* (género *Fusobacterium*).<sup>33</sup> En un estudio realizado a partir de placa dental de niños libres de caries, los autores identificaron una sobreabundancia de *Streptococcus parasanguinis*, *Abiotrophia defectiva*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus oralis* y *Streptococcus sanguinis*.<sup>34</sup> Otras comunidades bacterianas asociadas a condiciones libres de caries son *Cordibacterium*, *Rothia*, *Kingella*, *Aggregatibacter* o *Mannheimia*, que, a pesar de ser abundantes, algunas son poco conocidas por ser parte de grupos que no pueden ser cultivados en el laboratorio.<sup>35</sup> Los hallazgos de una comunidad microbiana relacionada con un estatus no cariogénico apoyan la idea de usar bacterias asociadas al estado saludable como probióticos, para prevenir las enfermedades orales.<sup>28</sup>

Respecto a los microorganismos de cavidad oral con caries, durante los años sesenta y setenta fueron identificadas unas bacterias encontradas en alta proporción en lesiones cariosas.<sup>36</sup> Durante este periodo, se estableció la importancia de *Streptococcus mutans* y organismos relacionados (*S. sobrinus*, *S. cricetus*, *S. rattus*, *S. downii* y *S. macacae*) en la etiología de la caries dental.<sup>27</sup> Otro grupo de bacterias encontradas en gran proporción en lesiones cariosas son los lactobacilos acidogénicos y acidotolerantes, que, al igual que el *S. mutans* convierten los carbohidratos fermentables en ácido láctico, generando así la desmineralización de los dientes.<sup>37</sup>

Hoy en día, con los avances en técnicas moleculares, como la PCR, la pirosecuenciación y la secuenciación del ARNr 16S, así como con el establecimiento de bases de datos genómicas como Human Oral Microbiome Database (HOMD)<sup>38</sup> y OSU CORE database,<sup>39</sup> se sabe que son más los microorganismos implicados en el desarrollo de la caries dental.<sup>10</sup> Entre las bacterias identificadas, se encuentran *Selenomonas*, *Neisseria*, una variedad

The healthy oral cavity is characterized by a microflora dominated by *phylum Firmicutes* (genus *Streptococcus*, family *Veillonellaceae*, genus *Granulicatella*), *Proteobacteria* (genus *Neisseria*, *Haemophilus*), *Actinobacteria* (genus *Corynebacterium*, *Rothia*, *Actinomyces*), *Bacteroidetes* (genus *Prevotella*, *Capnocytophaga*, *Porphyromona*) and *Fusobacteria* (genus *Fusobacterium*).<sup>33</sup> In a study based on dental plaque from caries-free children, the authors identified an overabundance of *Streptococcus parasanguinis*, *Abiotrophia defectiva*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus oralis*, and *Streptococcus sanguinis*.<sup>34</sup> Other bacterial communities associated with caries-free conditions are *Cordibacterium*, *Rothia*, *Kingella*, *Aggregatibacter* or *Mannheimia*, some of which, despite being abundant, are not fully known as they belong to groups that cannot be grown in laboratory.<sup>35</sup> The findings of a microbial community related with non-cariogenic status support the idea of using bacteria associated to the healthy status as probiotics to prevent oral diseases.<sup>28</sup>

Regarding microorganisms in oral cavity with caries, some bacteria found in high proportions in carious lesions were identified during the 1960's and 1970's.<sup>36</sup> During this period, the importance of *Streptococcus mutans* and related organisms (*S. sobrinus*, *S. cricetus*, *S. rattus*, *S. downii*, and *S. macacae*) was established in the etiology of dental caries.<sup>27</sup> Another group of bacteria found in high proportions in carious lesions are the acidogenic and acid tolerant lactobacilli which, like *S. mutans*, transform fermentable carbohydrates into lactic acid, producing tooth demineralization.<sup>37</sup>

Today, with the advances in molecular techniques, such as PCR, pyrosequencing and the sequencing of 16S rRNA, as well as with the establishment of genomic databases like the Human Oral Microbiome Database (HOMD)<sup>38</sup> and OSU CORE Database,<sup>39</sup> more microorganisms are known to be involved in the development of dental caries.<sup>10</sup> The identified bacteria include *Selenomonas*, *Neisseria*, a variety



de especies de *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Scardoviawiggisiae*, *Veillonella parvula*, *Veillonella atypica*, *Megasphaera micronuciformis*, *Fusobacterium periodontium*, *Achromobacterxylooxidans* y *Actinomycesgerensceriae*.<sup>27-29</sup>

El gran avance que se ha logrado en la caracterización de los microorganismos presentes en la cavidad oral no ha sido suficiente para el desarrollo de estrategias que controlen las principales patologías. Esto se debe a la complejidad del ecosistema y a que es fundamental el entendimiento de las interacciones entre estos microorganismos y el hospedador.<sup>33</sup> El desarrollo de las ciencias “ómicas” (metatranscriptómica, proteómica o metabolómica) ha permitido una mayor comprensión de estas interacciones. De hecho, se ha llegado a concluir que la detección de perfiles metabólicos asociados con la enfermedad da más información que la composición de microorganismos.<sup>10</sup> Así que, como dicen Simón-Soro y colaboradores, la investigación debe enfocarse en interceptar las funciones relacionadas con el inicio y la progresión de la enfermedad, como estrategias que regulen el pH, la disrupción de moléculas de adhesión entre microorganismos o de los microorganismos y el hospedador, o el uso de estrategias antimicrobianas como los probióticos, que modifican la interacción microbiana y por tanto los efectos cariogénicos.<sup>10</sup>

## ESTUDIOS CON PROBIÓTICOS EN CAVIDAD ORAL

Los probióticos son ampliamente estudiados y usados para problemas gastrointestinales, como diarrea por el consumo de antibióticos, infección por *Helicobacter pylori*, manejo de la intolerancia a la lactosa, síndrome de colon irritable y colitis, así como para enfermedades alérgicas y urogenitales, entre otras.<sup>40-42</sup> También es común su uso en productos de consumo diario con el fin de mejorar el funcionamiento del tracto digestivo y potencializar el sistema inmunológico.<sup>43</sup> Respecto a los probióticos para la salud oral, su uso es menos

of species of *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Scardoviawiggisiae*, *Veillonella parvula*, *Veillonella atypica*, *Megasphaera micronuciformis*, *Fusobacterium periodontium*, *Achromobacterxylooxidans*, and *Actinomycesgerensceriae*.<sup>27-29</sup>

The great progress achieved in characterizing microorganisms in the oral cavity has not been sufficient to develop strategies to control the main pathologies. This is due to the complexity of the ecosystem and because understanding the interactions between these microorganisms and the host is critical.<sup>33</sup> The development of “omics” sciences (metatranscriptomics, proteomics, or metabolomics) has enabled a better understanding of these interactions. In fact, it has been concluded that the detection of metabolic profiles associated with the disease provides more information than the composition of microorganisms.<sup>10</sup> As Simon-Soro et al put it, research must focus on intercepting the functions related with the onset and progression of the disease, such as the strategies to regulate pH, the disruption of molecules of adhesion among microorganisms or between microorganisms and the host, or the use of antimicrobial strategies like probiotics, which modify the microbial interaction and therefore the cariogenic effects.<sup>10</sup>

## STUDIES WITH PROBIOTICS IN THE ORAL CAVITY

Probiotics are widely studied and used for gastrointestinal problems, such as diarrhea by consumption of antibiotics, infection by *Helicobacter pylori*, management of intolerance to lactose, irritable colon syndrome, and colitis, as well as for urogenital and allergic diseases, to name just a few.<sup>40-42</sup> Their use is also common in daily products in order to improve the functioning of the digestive tract and to boost the immune system.<sup>43</sup> Regarding probiotics for oral health, they are less

frecuente a pesar de los resultados obtenidos en varios estudios<sup>19, 44, 46, 47</sup> y al desarrollo de productos comerciales con este componente.<sup>48</sup> Además, son varios los mecanismos de acción que ejercen los probióticos para el control de patógenos orales (Figura 1).

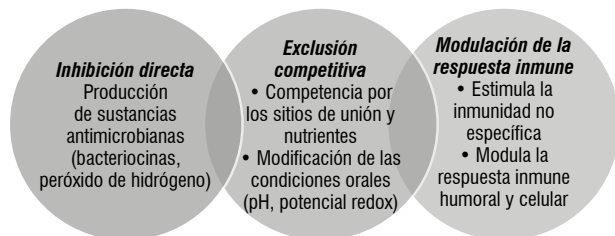


Figura 1. Posibles mecanismos de acción de los probióticos frente a los patógenos en cavidad oral

Fuente: elaboración propia basada en la literatura<sup>49, 50</sup>

Son diversas las cepas bacterianas estudiadas como probióticos, solas o en combinación, así como las dosis utilizadas en los estudios, los periodos de intervención, las poblaciones, los diseños experimentales (Tabla 1) y las vías de administración (Figura 2). Entre los resultados observados con mayor frecuencia se encuentra la disminución del recuento de *S. mutans* en saliva o placa, pero son pocos los estudios en los que se realiza el examen clínico dental para valorar el tratamiento (Tabla 1). Esto lo confirma un metaanálisis realizado por Laleman y colaboradores en 2013, en el que afirman que la evidencia científica que demuestra el control de la caries es insuficiente.<sup>15</sup> Sin embargo, los resultados de los estudios que determinan el efecto de los probióticos en el índice de lesiones cariosas<sup>44-47</sup> o de placa dental<sup>51, 52</sup> son prometedores (Tabla 1).

frequently used despite the findings of several studies<sup>19, 44, 46, 47</sup> and the development of commercial products with this component.<sup>48</sup> Also, probiotics have several mechanisms of action to control oral pathogens (Figure 1).

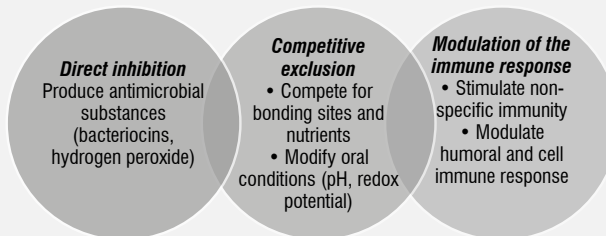


Figure 1. Possible mechanisms of action of probiotics against pathogens in the oral cavity

Source: by the author based on the literature<sup>49, 50</sup>

Several bacterial strains have been studied as probiotics, either isolated or in combination, as well as the doses used in studies, intervention periods, populations, experimental designs (Table 1), and routes of administration (Figure 2). The results often include a decrease in *S. mutans* count in saliva or plaque, but few studies conduct dental clinical examinations to assess treatment (Table 1). This is confirmed by a meta-analysis conducted by Laleman et al in 2013, claiming that the scientific evidence demonstrating caries control is insufficient.<sup>15</sup> However, the results of studies describing the effect of probiotics in the index of carious lesions<sup>44-47</sup> or dental plaque<sup>51, 52</sup> are promising (Table 1).

Tabla 1. Estudios realizados con bacterias probióticas para la reducción de *Streptococcus mutans* y control de caries

| Autor Año                                  | Población estudiada (total)            | Cepa bacteriana, vía de administración y dosis  | Medida  | Resultado en el grupo experimental con el probiótico  |
|--|--|---|---|---|
| Näse et al, 2001 <sup>44</sup>             | 594 niños (1 a 6 años)                 | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG en leche por 7 meses (5-10 x 10 <sup>5</sup> UFC/mL)<br>GC: placebo   | -SM en placa y saliva<br>-Riesgo de caries  | -Reducción SM<br>-Reducción riesgo de caries en niños de 3 a 4 años   |
| Ahola et al, 2002 <sup>53</sup>            | 74 individuos (18 a 35 años)           | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG 1,9 x 10 <sup>7</sup> UFC/g y <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LC 705 1.2 x 10 <sup>7</sup> UFC/g en queso por 3 semanas (3 veces al día)<br>GC: placebo  | -Recuento <i>S. mutans</i> , <i>Candida albicans</i> en saliva.<br>-Índice COP<br>-Índice periodontal de la comunidad (IPC) | -Disminución en el recuento de <i>S. mutans</i> y <i>Candida albicans</i> , pero la diferencia entre ambos grupos no es significativa<br>-Diferencias significativas durante el periodo de postratamiento<br>-La prueba estadística indicó que la intervención con probióticos reduce el riesgo de tener altas concentraciones de <i>S. mutans</i> y <i>Candida</i> |
| Montalto et al, 2004 <sup>54</sup>         | 35 voluntarios sanos (23 a 37 años)    | GE: <i>Lactobacillus sporogenes</i> , <i>L. bifidum</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. thermophilus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> . 1,88 x 10 <sup>9</sup> células/día en forma líquida o en cápsulas.<br>GC: placebo   | <i>S. mutans</i> y Lb en saliva.  | -Incremento en el recuento de Lb<br>-No diferencias significativas en el recuento de <i>S. mutans</i> , durante el tratamiento  |
| Nikawa et al, 2004 <sup>55</sup>           | 40 mujeres (20 años)                   | GE: Leche fermentada con <i>Lactobacillus reuteri</i> SD2112 durante dos semanas (1 vez al día).<br>GC: leche fermentada con otros lactobacilos.  | - <i>S. mutans</i> en saliva  | -Reducción de <i>S. mutans</i> en saliva con la leche fermentada con probióticos  |
| Caglar et al, 2005 <sup>56</sup>           | 21 personas                            | GE: <i>Bifidobacterium</i> DN-173 010 en yogurt una vez al día.<br>GC: placebo  | SM y Lb en saliva   | -Reducción significativa de SM<br>-Tendencia similar con Lb pero no significativa   |
| Caglar et al, 2006 <sup>57</sup>           | 120 adultos jóvenes (21 a 24 años)     | GE: <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730 10 <sup>8</sup> UFC/g en tabletas para disolver en la boca o preparado con agua por 3 semanas.<br>GC: placebo   | SM y Lb en saliva   | Reducción en el recuento de <i>S. mutans</i> , pero no de Lb  |
| Caglar et al, 2007 <sup>58</sup>           | 80 adultos jóvenes (21 a 24 años)      | GE: <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730, <i>L. reuteri</i> ATCC PTA 5289. 1 x 10 <sup>8</sup> UFC en chicles con y sin xilitol por 3 semanas.<br>GC: placebo  | SM y Lb en saliva   | Reducción significativa de SM respecto al inicio con el probiótico y con xilitol<br>-No diferencia en Lb  |
| Caglar et al, 2008 <sup>59</sup>           | 20 mujeres (20 años)                   | GE: <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730/ <i>L. reuteri</i> ATCC PTA5289 1 x 10 <sup>8</sup> en pastillas para disolver en la boca CFU una vez al día durante 10 días.<br>GC: placebo  | SM y Lb en saliva   | Reducción significativa en los niveles de SM  |
| Caglar et al, 2008 <sup>60</sup>           | 24 individuos (la media es de 20 años) | GE: <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12 10 <sup>8</sup> una vez al día en helados.<br>GC: placebo  | -SM y Lb en saliva  | -Reducción significativa en los niveles de SM<br>-No diferencia en Lb   |
| Steckesén-Blicks et al, 2009 <sup>61</sup> | 248 niños (1 a 5 años)                 | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 10 <sup>7</sup> UFC/ml en leche con flúor por 21 meses<br>GC: placebo   | -SM y Lb en placa<br>-Salud oral: índice de caries<br>-Salud en general   | -No efecto en el número de SM y Lb<br>-Reducción de caries  |
| Cogulu et al, 2010 <sup>62</sup>           | 104 adultos (entre 20 a 27 años)       | GE: Kefir con las cepas probióticas <i>Lactococcus lactis</i> spp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> spp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> spp. <i>diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> spp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , y <i>Saccharomyces unisporus</i> . 100 o 200 ml por día durante 3 semanas.<br>GC: leche | -Tasa flujo salival<br>-Capacidad buffer<br>-Recuento de SM y Lb en saliva  | Reducción estadísticamente significativa en SM y Lb con 200 ml de Kefir al día.   |
| Lexner et al, 2010 <sup>63</sup>           | 18 adolescentes con caries activa      | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 10 <sup>7</sup> CFU/ml en leche, durante 2 semanas.<br>GC: Placebo  | -Recuento de SM y Lb en saliva y placa<br>-Otros microorganismos  | No se observaron cambios en los microorganismos evaluados   |

| Autor Año                                   | Población estudiada (total)   | Cepa bacteriana, vía de administración y dosis  | Medida   | Resultado en el grupo experimental con el probiótico   |
|---|---|---|--|--|
| Aminadabi et al, 2011 <sup>64</sup>         | 105 niños (6 a 12 años)   | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LGG en yogurt por 3 semanas (2 x 10 <sup>8</sup> UFC/mL), con y sin previo tratamiento con clorhexidina<br>GC: enjuague solo con clorhexidina por dos semanas.   | <i>S. mutans</i> y LGG en saliva   | -Reducción significativa de <i>S. mutans</i> en el grupo con tratamiento previo con clorhexidina y luego ingesta de probiótico.<br>-Incremento de LGG en saliva  |
| Petersson et al, 2011 <sup>52</sup>         | 160 adultos (58 a 84 años) con lesiones cariosas primarias  | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 10 <sup>7</sup> UFC/ml con (B) y sin flúor (C) en 200 ml de leche, y leche solo con flúor (D) una vez al día durante 15 meses.<br>GC: placebo (A)   | -Índice de lesiones cariosas<br>-Recuento SM y Lb en saliva y placa  | -Remineralización en los tratamientos con probióticos y/o flúor<br>-Reversión en los índices de las lesiones cariosas<br>-No diferencias significativas en el recuento de SM y Lb  |
| Jindal et al, 2011 <sup>65</sup>            | 150 niños (7 a 14 años)   | GE: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Bifidobacterium sp.</i> en polvo diluido en agua (B). <i>Bacillus coagulans</i> en polvo diluido en agua. (C)<br>GC: placebo (A)  | SM en saliva   | -Reducción significativa de SM en saliva en los grupos con probióticos   |
| Mortazavi y Akhlaghi, 2012 <sup>66</sup>    | 60 adultos (18 a 37 años)   | GE: <i>Lactobacillus casei</i> 1 X 10 <sup>6</sup> UFC/g en queso, 2 veces al día por 2 semanas.<br>GC: placebo   | SM y Lb en saliva  | -Reducción significativa en el recuento de SM solo cuando la población evaluada con el probiótico tenía altos niveles de esta bacteria (> 10 <sup>5</sup> UFC/ml).<br>-No hubo diferencia en el recuento de Lb                     |
| Taipale et al, 2012 <sup>67</sup>           | 106 niños (desde la edad de 1 a 2 meses)  | GE: <i>Bifidobacterium animalis subsp lactis</i> BB-12 en tabletas por 23 meses (10 <sup>10</sup> UFC/mL), otro grupo xilitol (X) y otro sorbitol (S) (dos veces al día)<br>GC: placebo   | -Evaluados a los 8 meses y 2 años<br>-Cuantificación SM y <i>B. animalis</i> de mucosa y diente  | -La temprana administración del probiótico no generó una colonización permanente de la bacteria ni afectó significativamente la colonización de SM   |
| Burton et al, 2013 <sup>51</sup>            | 100 niños con caries activas  | GE: <i>Streptococcus salivarius</i> cepa M18 durante 3 meses.<br>GC: placebo  | -Cambios en la placa dental<br>-Salud gingival<br>-Niveles de <i>S. salivarius</i> , <i>S. mutans</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Streptococcus</i> β-hemoíticos, <i>Candida</i> . | -El índice de placa fue significativamente más bajo en niños tratados con el probiótico, especialmente en los que tenían altos índices<br>-No diferencias entre el recuento de microorganismos entre los dos grupos.               |
| Campus et al, 2014 <sup>68</sup>            | 191 niños (6 a 8 años) con 2 a 3 lesiones cariosas y una concentración de SM ≥ 10 <sup>5</sup> CFU/ml | Grupo E: <i>Lactobacillus brevis</i> CD2 (2 x 10 <sup>9</sup> UFC/g) por 6 semanas.<br>Grupo C: placebo.  | -pH de la placa dental<br>-Índice de sangrado al sondaje<br>-SM en saliva  | -Reducción en la acidogenicidad de la placa<br>-Reducción significativa de SM<br>-Reducción en el sangrado   |
| Haslöf et al, 2013 <sup>69</sup>            | 179 niños (4 a 13 meses)  | Grupo E: <i>Lactobacillus paracasei</i> F19 (LF19) en cereales durante 9 años.<br>Grupo C: placebo  | -SM y Lb en saliva<br>-Índice COP<br>-Colonización de LF19   | -No diferencias significativas en los índices COP, ni en el número de SM y Lb<br>-Sin evidencias en la colonización de LF19  |
| Vistoso, 2013 <sup>46</sup>                 | 205 niños (123 con probióticos y 82 con el control)   | Grupo E: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LRH08 10 <sup>7</sup> UFC/g de 2 a 3 años durante 10 meses.<br>Grupo C: Placebo   | -Examen clínico<br>-Incremento de caries, índice ceod<br>-Recuento de Lb y SM en saliva  | -Disminución significativa de la incidencia de nuevas lesiones de caries<br>-Disminución de individuos con nuevas lesiones<br>-Disminución en el recuento de SM  |
| Toivainen et al, 2014 <sup>52</sup>         | 60 adultos jóvenes saludables (24 a 25 años)  | Grupo E: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG y <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> BB-12 en pastillas por 4 semanas.<br>Grupo C: placebo  | -SM y Lb en saliva<br>-Formación de placa<br>-Desarrollo de gingivitis<br>-Microbiota oral   | -No hay efecto en el número de SM y Lb<br>-Disminución de la formación de placa<br>-Menos gingivitis   |
| Nishihara et al, 2014 <sup>70</sup>         | 64 adultos jóvenes (edad promedio 24,8)   | GE: 1. <i>Lactobacillus salivarius</i> WB21 6 x 10 <sup>8</sup> UFC con xilitol en tabletas<br>2. <i>Lactobacillus salivarius</i> T12711 2,8 x 10 <sup>8</sup> CFU con xilitol en tabletas<br>3. Ovalgen (Anticuerpo contra la glucosiltransferasa de <i>S. mutans</i> ), o xilitol en tabletas durante 2 semanas.<br>GC: tabletas de xilitol | -Factores de riesgo de caries<br>-Concentración de SM y Lb<br>-Cantidad de flujo salival<br>-pH de la saliva<br>-Capacidad buffer de la saliva                                     | -Disminución de SM en los individuos sometidos a los probióticos y a Ovalgen respecto al grupo control<br>-Flujo y pH salival sin diferencias significativas<br>-Capacidad buffer se incrementó significativamente en grupos 2 y 3 |
| Hedayati-Hajikand et al, 2015 <sup>47</sup> | 138 niños (de 2 a 3 años)   | G.E: <i>Streptococcus uberis</i> KJ2TM, <i>S. oralis</i> KJ3TM y <i>S. rattus</i> JH 145TM (1 x 10 <sup>8</sup> UFC totales en el producto ProBiora3), una pastilla diaria durante 1 año.<br>G.C.: placebo  | -Índice de caries<br>-Reducción riesgo de caries   | Reducción en el desarrollo de caries mediante la administración de esta combinación de probióticos.  |

SM: estreptococos del grupo *mutans* Lb: *Lactobacillus* UFC: Unidades Formadoras de Colonias GE: Grupo experimental GC: Grupo control.

Fuente: elaboración propia basada en la literatura<sup>15, 16, 64-71</sup>

**Table 1. Studies carried out with probiotic bacteria to reduce *Streptococcus mutans* and control caries**

| Author Year                                | Study population (total)               | Bacterial strain, administration route and dose  | Measurement   | Result in the experimental group with the probiotic  |
|--|--|--|---|--|
| Näse et al, 2001 <sup>44</sup>             | 594 children (1 to 6 years)            | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG in milk for 7 months (5-10 x 10 <sup>5</sup> CFU/mL)<br>CG: placebo  | -SM in plaque and saliva<br>-Risk of caries   | -Reduction in SM<br>-Reduced in risk of caries in children aged 3 to 4 years   |
| Ahola et al, 2002 <sup>53</sup>            | 74 individuals (18-35 years)           | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG 1.9 x 10 <sup>7</sup> CFU/g and <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LC 705 1.2 x 10 <sup>7</sup> CFU/g in cheese for 3 weeks (3 times a day)<br>CG: placebo   | -Count of <i>S. mutans</i> , <i>Candida albicans</i> in saliva.<br>-DMF Index<br>-Community Periodontal Index (CPI) | -Decreased count of <i>S. mutans</i> and <i>Candida albicans</i> , but the difference between the two groups is not significant<br>-Significant differences during post-treatment period<br>-The statistical test showed that intervention with probiotics reduces the risk of having high concentrations of <i>S. mutans</i> and <i>Candida</i> |
| Montalto et al, 2004 <sup>54</sup>         | 35 healthy volunteers (23 to 37 years) | EG: <i>Lactobacillus sporogenes</i> , <i>L. bifidum</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. thermophilus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> . 1.88 x 10 <sup>9</sup> cells / day liquid or in capsules.<br>CG: placebo   | <i>S. mutans</i> and Lb in saliva.  | -Increase in Lb count<br>-No significant differences in <i>S. mutans</i> count during treatment  |
| Nikawa et al, 2004 <sup>55</sup>           | 40 women (20 years)                    | EG: Fermented milk with <i>Lactobacillus reuteri</i> SD2112 for two weeks (once a day).<br>CG: Fermented milk with other lactobacilli.   | <i>S. mutans</i> in saliva  | Reduced <i>S. mutans</i> in saliva with milk fermented with probiotic  |
| Caglar et al, 2005 <sup>56</sup>           | 21 people                              | EG: <i>Bifidobacterium</i> DN-173 010 in yogurt once a day.<br>CG: placebo   | SM and Lb in saliva   | -Significant reduction of SM<br>-Similar tendency with Lb, but non-significant   |
| Caglar et al, 2006 <sup>57</sup>           | 120 young adults (21 to 24 years)      | EG: <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730 10 <sup>9</sup> CFU/g in tablets to dissolve in the mouth or prepared with water for 3 weeks.<br>CG: placebo   | SM and Lb in saliva   | Reduction in <i>S. mutans</i> count, but not in Lb   |
| Caglar et al, 2007 <sup>58</sup>           | 80 young adults (21-24 years old)      | EG: <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730, <i>L. reuteri</i> ATCC PTA 5289. 1 x 10 <sup>8</sup> CFU in chewing gum with and without xylitol for 3 weeks.<br>CG.: placebo   | SM and Lb in saliva   | -Significant reduction of SM in comparison to baseline with the probiotic and xylitol<br>-No difference in Lb  |
| Caglar et al, 2008 <sup>59</sup>           | 20 women (20 years)                    | EG: <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730 // <i>L. reuteri</i> ATCC PTA5289 1 x 10 <sup>8</sup> in tablets to dissolve in the mouth CFU once a day for 10 days.<br>CG: placebo   | SM and Lb in saliva   | Significant reduction in SM levels   |
| Caglar et al, 2008 <sup>60</sup>           | 24 individuals (20 years in average)   | EG: <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12 10 <sup>8</sup> once a day in ice cream.<br>CG: placebo   | SM and Lb in saliva   | -Significant reduction in SM levels<br>-No difference in Lb  |
| Steckesen-Blicks et al, 2009 <sup>61</sup> | 248 children (1 to 5 years)            | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 10 <sup>7</sup> CFU / ml in milk with fluorine for 21 months<br>CG: placebo  | -SM and Lb in plaque<br>-Oral Health: Caries Index<br>-Overall Health   | -No effect on the number of SM and Lb<br>-Reduction of caries  |
| Cogulu et al, 2010 <sup>62</sup>           | 104 adults (20 to 27 years)            | EG: Kefir with the probiotic strains <i>Lactococcus lactis</i> spp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> spp. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> spp. <i>diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> spp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , and <i>Saccharomyces unisporus</i> . 100 or 200 ml per day for 3 weeks.<br>CG: milk | -Salivary flow rate<br>-Buffer capacity<br>-Count of SM and Lb in saliva  | Statistically significant reduction in SM and Lb with 200 ml Kefir per day.  |
| Lexner et al, 2010 <sup>63</sup>           | 18 adolescents with active caries      | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 10 <sup>7</sup> CFU/ml in milk for 2 weeks.<br>GC: Placebo   | -Count of SM and Lb in saliva and plaque<br>-Other microorganisms   | No changes were observed in the microorganisms evaluated   |
| Aminadabi et al, 2011 <sup>64</sup>        | 105 children (6 to 12 years)           | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LGG in yogurt for 3 weeks (2 x 10 <sup>8</sup> CFU / mL), with and without prior treatment with chlorhexidine<br>CG: Rinse only with chlorhexidine for two weeks.   | <i>S. mutans</i> and LGG in saliva  | -Significant reduction of <i>S. mutans</i> in the group with prior treatment with chlorhexidine followed by probiotic intake.<br>-Increase of LGG in saliva  |

| Author Year                                 | Study population (total)   | Bacterial strain, administration route and dose  | Measurement  | Result in the experimental group with the probiotic  |
|---|--|--|--|--|
| Petersson et al, 2011 <sup>52</sup>         | 160 adults (58 to 84 years) with primary carious lesions   | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21 10 <sup>7</sup> CFU / ml with (B) and without (C) fluoride in 200 ml of milk, and milk only with fluorine (D) once a day during 15 months. CG: placebo (A)   | -Index of carious lesions<br>-Count of SM and Lb in saliva and plaque  | -Remineralization in treatments with probiotic and/or fluorine<br>-Reversal in carious lesions indexes<br>-No significant differences in SM and Lb counts  |
| Jindal et al, 2011 <sup>65</sup>            | 150 children (7 to 14 years)   | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Bifidobacterium sp.</i> in powder diluted in water (B). <i>Bacillus coagulans</i> in powder diluted in water. (C) CG: placebo (A)  | SM in saliva   | -Significant reduction of SM in saliva in the probiotics groups  |
| Mortazavi and Akhlaghi, 2012 <sup>66</sup>  | 60 adults (18 to 37 years)   | EG: <i>Lactobacillus casei</i> 1 X 10 <sup>8</sup> CFU/g in cheese, 2 times a day for 2 weeks. CG: placebo   | SM and Lb in saliva  | -Significant reduction in SM count only when the population evaluated with the probiotic had high levels of this bacterium (> 10 <sup>5</sup> CFU/ml).<br>-There was no difference in Lb count                           |
| Taipale et al, 2012 <sup>67</sup>           | 106 children (from the age of 1 to 2 months)   | EG: <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> BB-12 tablets for 23 months (10 <sup>10</sup> CFU/mL), another group with xylitol (X) and another with sorbitol (S) (twice a day) CG: placebo  | -Assessed after 8 months and 2 years<br>-Quantification of SM and B. animalis in mucosa and tooth  | -Early administration of the probiotic did not result in permanent colonization of bacteria and did not significantly affect colonization by SM either   |
| Burton et al, 2013 <sup>51</sup>            | 100 children with active caries  | EG: <i>Streptococcus salivarius</i> M18 strain during 3 months. CG: placebo  | -Changes in dental plaque<br>-Gingival health<br>-Levels of S. salivarius, S. mutans, lactobacillus, Streptococcus β-hemolytic, Candida. | -Plaque index was significantly lower in children treated with the probiotic, especially in those who had high rates<br>-No differences in microorganism count between the two groups.                                   |
| Campus et al, 2014 <sup>68</sup>            | 191 children (6 to 8 years) with 2 to 3 carious lesions and a concentration of SM ≥ 10 <sup>5</sup> CFU / ml | EG: <i>Lactobacillus brevis</i> CD2 (2 x 10 <sup>9</sup> CFU / g) for 6 weeks. CG: placebo.  | -pH of dental plaque<br>-Index of bleeding at probing<br>-SM in saliva   | -Reduction in acidogenicity of plaque<br>-Significant reduction in SM<br>-Reduction in bleeding  |
| Haslöf et al, 2013 <sup>69</sup>            | 179 children (4 to 13 months)  | EG: <i>Lactobacillus paracasei</i> F19 (LF19) in cereals for 9 years. CG: placebo  | -SM and Lb in saliva<br>-DMF Index<br>-Colonization of LF19  | -No significant differences in DMF Indexes nor in the number of SM and Lb<br>-No evidence of colonization by LF19  |
| Vistoso, 2013 <sup>46</sup>                 | 205 children (123 with probiotics and 82 with control)   | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LRH08 10 <sup>7</sup> CFU/g 2-3 years during 10 months. CG: Placebo   | -Clinical examination<br>-Increase of caries, DMFs index<br>-Count of Lb and SM in saliva  | -Significant reduction in the incidence of new caries lesions<br>-Decrease of individuals with new lesions<br>-Decrease in SM count  |
| Toiviainen et al, 2014 <sup>52</sup>        | 60 young healthy adults (24 to 25 years)   | EG: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG and <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> BB-12 in tablets for 4 weeks. CG: placebo  | -SM and Lb in saliva<br>-Formation of plaque<br>-Development of gingivitis<br>-Oral microbiota   | -There is no effect on the number of SM and Lb<br>-Decrease in plaque formation<br>-Less gingivitis  |
| Nishihara et al, 2014 <sup>70</sup>         | 64 young adults (average age 24.8)   | EG: 1. <i>Lactobacillus salivarius</i> WB21 6 x 10 <sup>8</sup> CFU with xylitol in tablets<br>2 <i>Lactobacillus salivarius</i> TI2711 2.8 x 10 <sup>8</sup> CFU with xylitol in tablets<br>3 Ovalgen (antibody against S. mutans glucosyltransferase), or xylitol in tablets for 2 weeks. CG: tablets of xylitol | -Risk factors for caries<br>-Concentration of SM and Lb<br>-Amount of salivary flow<br>-pH of saliva<br>-Buffer capacity of saliva       | -Decreased SM in individuals subjected to probiotics and Ovalgen in comparison to the control group<br>-No significant differences in salivary flow and pH<br>-Buffer capacity significantly increased in groups 2 and 3 |
| Hedayati-Hajikand et al, 2015 <sup>47</sup> | 138 children (2 to 3 years)  | EG: <i>Streptococcus uberis</i> KJ2™, S. oralis KJ3™ and S. rattus JH 145TM (1 x 10 <sup>9</sup> CFU total in product ProBiora3), a daily pill for 1 year. CG.: placebo  | -Caries index<br>-Reduced risk of caries   | Reduction in the development of caries by administering this combination of probiotics.  |

SM: streptococcus of the *mutans* group Lb: *Lactobacillus* CFU: Colony-Forming Units EG: experimental group CG: control group.

Source: By the author based on the literature<sup>15, 16, 64-71</sup>

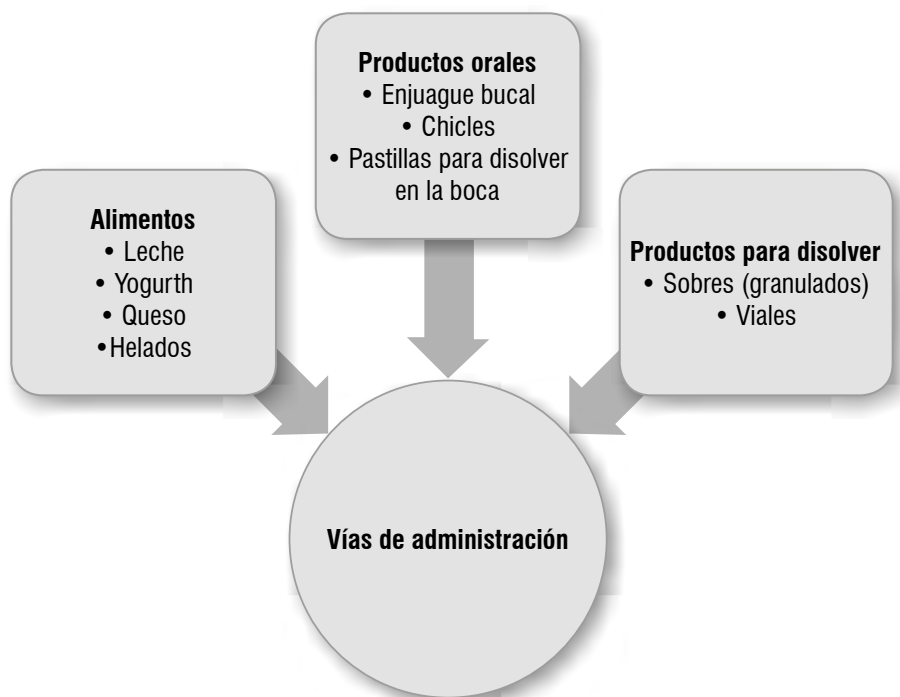


Figura 2. Vías de administración de los probióticos para cavidad oral

Fuente: elaboración propia basada en la literatura<sup>44, 47, 53, 57, 58, 65, 67</sup>

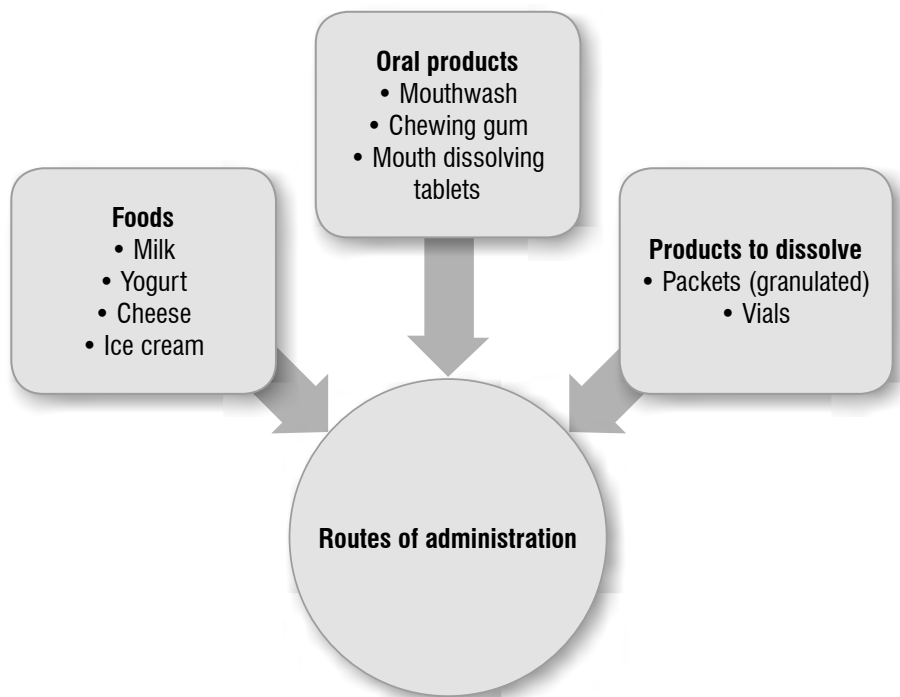


Figure 2. Routes of administration of probiotics for the oral cavity

Source: by the author based on the literature <sup>44, 47, 53, 57, 58, 65, 67</sup>

Hasta el momento, los probióticos más evaluados para cavidad oral son cepas microbianas aisladas, principalmente del tracto digestivo, como las que pertenecen al género *Lactobacillus* (*L. rhamnosus*, *L. reuteri*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. paracasei*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*) y *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. lactis*, *B. animalis*, *B. infantis*)<sup>37, 49</sup> (Tabla 1). Estas bacterias han demostrado su seguridad durante muchos años, haciendo posible los estudios clínicos y el desarrollo de productos comerciales, con el valor agregado de que algunas han sido identificadas en individuos sanos (COP = 0) (*L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. paracasei*),<sup>72</sup> lo que indica su papel en el balance microecológico. Como inconveniente para su utilización, algunos estudios han demostrado la pobre capacidad de colonización en la cavidad oral,<sup>73, 74</sup> especialmente en tejido duro,<sup>72</sup> además de propiedades acidogénicas de algunas cepas y presencia en regiones cariosas,<sup>75</sup> lo que implicaría un efecto contrario al esperado con los probióticos.

Una de las bacterias probióticas más estudiadas en la cavidad oral fue aislada por Gorbach y Godin en 1983 a partir de tracto digestivo de un adulto sano.<sup>76</sup> Fue nombrada *Lactobacillus rhamnosus* GG (ATCC53103), y se caracteriza por inhibir, por medio de bacteriocinas, una gran variedad de bacterias patogénicas humanas,<sup>77</sup> entre las que están *S. mutans*, *S. sobrinus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Prevotella intermedia*.<sup>78, 79</sup> Además, esta bacteria se establece en el microcosmos de la saliva, y no tiene efecto cariogénico.<sup>79</sup> Con esta bacteria se ha realizado uno de los estudios clínicos más completos en niños (de 1 a 6 años), donde se obtuvo la reducción de la incidencia de caries en la edad de 3 a 4 años.<sup>44</sup>

*Lactobacillus reuteri* es otra de las bacterias más estudiadas y residente habitual del tracto gastrointestinal humano. Se caracteriza por producir bacteriocinas que inhiben bacterias Gram positivas como *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocitogenes* y bacterias Gram negativas como *E. coli*, *Yersinia enterocolitica* y *Pseudomonas fluorescens*.<sup>55</sup>

The probiotics most commonly evaluated so far in the oral cavity are isolated microbial strains, mainly of the digestive tract, like the ones belonging to the genus *Lactobacillus* (*L. rhamnosus*, *L. reuteri*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. paracasei*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*) and *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. lactis*, *B. animalis*, *B. infantis*)<sup>37, 49</sup> (Table 1). These bacteria have proven their safety for many years, allowing clinical studies and the development of commercial products, with the added value that some have been identified in healthy individuals (DMF = 0) (*L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. paracasei*),<sup>72</sup> suggesting their role in micro-ecologic balance. As a drawback to their use, some studies have shown their poor colonization capacity in the oral cavity,<sup>73, 74</sup> especially in hard tissues,<sup>72</sup> in addition to acidogenic properties of some strains and their presence in carious regions,<sup>75</sup> suggesting the opposite effect to that expected with probiotics.

One of the most commonly studied probiotic bacteria in the oral cavity was isolated by Gorbach and Godin in 1983 from digestive tract of a healthy adult.<sup>76</sup> It was named *Lactobacillus rhamnosus* GG (ATCC53103) and is characterized by inhibiting, by means of bacteriocins, a wide variety of human pathogenic bacteria,<sup>77</sup> including *S. mutans*, *S. sobrinus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* and *Prevotella intermedia*.<sup>78, 79</sup> In addition, this bacterium colonizes the microcosm of saliva, and has no cariogenic effect.<sup>79</sup> This bacterium was used to conduct one of the most complete clinical studies in children (aged 1 to 6 years), reducing the incidence of caries in the age of 3 to 4 years.<sup>44</sup>

*Lactobacillus reuteri* is another bacterium that has been commonly studied, and is usually found in the human gastrointestinal tract. It produces bacteriocins that inhibit Gram-positive bacteria as *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* and Gram-negative bacteria such as *E. coli*, *Yersinia enterocolitica* and *Pseudomonas fluorescens*.<sup>55</sup>



En cavidad oral, se ha demostrado que inhibe a *S. mutans* en saliva, y en condiciones in vitro a *Tannerella forsythia* y *S. gordonii*.<sup>80</sup> Las cepas estudiadas con mayor frecuencia en cavidad oral son *L. reuteri* ATCC 55730, aislada en 1990 de leche materna de una madre peruana, y *L. reuteri* ATCC 5289, aislada de la cavidad oral de una mujer japonesa.<sup>81</sup> Estas bacterias presentaron características apropiadas para la colonización y el mantenimiento del pH en cavidad oral. En 2012, Jalasvuori y colaboradores demostraron en condiciones in vitro que las cepas mantenían un pH sobre 7 durante 4 horas de incubación en presencia de glucosa y suficiente cantidad de arginina, lo que demuestra el carácter arginolítico de estas bacterias.<sup>81</sup> La cepa ATCC 5289 es la más eficiente para mantener el pH alcalino, y tiene mayor potencial para colonizar, por su capacidad de adhesión y formación de biopelícula.<sup>81, 82</sup>

Especies del género *Streptococcus*, como son *S. salivarius*, *S. sanguinis* y *S. oligofermentans*, son propias de la cavidad oral y han sido estudiadas como posibles probióticos. *S. salivarius* es uno de los colonizadores más tempranos de la superficie del epitelio en la boca y la nasofaringe de humanos, y su hábitat primario es el dorso de la lengua saludable; la cepa K12 fue aislada de saliva de un niño sano, y se caracteriza por producir bacteriocinas que inhiben el crecimiento de bacterias Gram negativas asociadas a periodontitis y halitosis<sup>83</sup> y bacterias Gram positivas como *S. mutans*. Además, tiene la propiedad de producir amonio a partir de arginina y urea, mediante la expresión del gen de la ureasa en condiciones de pH ácido y exceso de carbohidratos.<sup>84</sup>

El papel de *S. oligofermentans* como probiótico fue descubierto durante un estudio clínico en el que se observó una relación inversa en la cantidad de esta bacteria con respecto a *S. mutans* en placa dental.<sup>85</sup> Mediante un estudio en condiciones in vitro se confirmó el efecto inhibitorio de esta bacteria, debido a la producción de peróxido de hidrógeno a partir de ácido láctico, lo cual indica una capacidad inhibitoria frente a bacterias productoras de ácido láctico.<sup>86</sup>

In the oral cavity, it has been shown to inhibit *S. mutans* in saliva, and *Tannerella forsythia* and *S. gordonii* in vitro.<sup>80</sup> The strains most frequently studied in the oral cavity are *L. reuteri* ATCC 55730, isolated in 1990 from a Peruvian mother's breast milk, and *L. reuteri* ATCC 5289, isolated from the oral cavity of a Japanese woman.<sup>81</sup> These bacteria showed suitable characteristics for colonization and maintenance of pH in the oral cavity. In 2012, Jalasvuori et al showed that in vitro the strains kept a pH over 7 during 4 hours of incubation in presence of glucose and sufficient amount of arginine, showing the arginolytic nature of these bacteria.<sup>81</sup> Strain ATCC 5289 is the most efficient to keep an alkaline pH, and has a greater colonizing potential due to its capacity of adhesion and formation of biofilm.<sup>81, 82</sup>

Species of the genus *Streptococcus*, such as *S. salivarius*, *S. sanguinis* and *S. oligofermentans*, are specific to the oral cavity and have been studied as possible probiotics. *S. salivarius* is one of the earliest colonizers of the epithelium surface in the human mouth and nasopharynx, and its primary habitat is the dorsum of the healthy tongue; the K12 strain was isolated from a healthy child's saliva, and is characterized by producing bacteriocins which inhibit the growth of Gram-negative bacteria associated with periodontitis and halitosis<sup>83</sup> and Gram-positive bacteria like *S. mutans*. In addition, it has the property of producing ammonium from arginine and urea, through the expression of the gene of urease in conditions of acidic pH and excess carbohydrates.<sup>84</sup>

The role of *S. oligofermentans* as a probiotic was discovered during a clinical trial noting an inverse relationship in the amount of this bacteria with respect to *S. mutans* in dental plaque.<sup>85</sup> An in vitro study confirmed the inhibitory effect of this bacterium, due to the production of hydrogen peroxide from lactic acid, suggesting its inhibitory capacity in the presence of bacteria producers of lactic acid.<sup>86</sup>

*S. sanguinis*, al igual que *S. mutans*, es uno de los colonizadores primarios de placa dental, pero con una relación inversa en cantidad, lo que sugirió un antagonismo entre estas dos bacterias.<sup>87</sup> Un estudio posterior demostró que este antagonismo se debía a la producción de peróxido de hidrógeno por *S. sanguinis*, por un lado, y a la producción de bacteriocinas por *S. mutans*, por otro.<sup>88</sup> El poder de inhibición de una bacteria sobre la otra está determinado por los factores ecológicos del hospedador y por los mecanismos de supervivencia de las bacterias en la cavidad oral, debido a la regulación de los compuestos inhibitorios por las condiciones ambientales y la yuxtaposición de las dos especies.<sup>89</sup>

## EN BÚSQUEDA DE LAS BACTERIAS IDEALES COMO PROBIÓTICOS

Varios grupos de investigación<sup>90-94</sup> han realizado estudios con la finalidad de aislar, identificar y evaluar cepas bacterianas que cumplan con las características de probióticos en cavidad oral (tabla 2). Entre los estudios desarrollados está el de Strahinic y colaboradores, en el cual, mediante la búsqueda de cepas de *Lactobacillus* sp. con características probióticas en cavidad oral humana, identificaron *L. salivarius* BGH01 y *L. gasseri* BGH089.<sup>90</sup> Estas cepas exhibieron antagonismo frente a bacterias patogénicas humanas (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus flavus*, *Salmonella enteritidis*), entre las que se encuentra *S. mutans*. Un estudio posterior demostró que *L. salivarius* BGH01 produce más de una bacteriocina, entre las que LS1 y LS2 ya han sido aisladas y evaluadas.<sup>95</sup>

*S. sanguinis*, just like *S. mutans*, is one of the primary colonizers of dental plaque, but with an inverse relationship in quantity, suggesting an antagonism between these two bacteria.<sup>87</sup> A subsequent study showed that this antagonism was due to the production of hydrogen peroxide by *S. sanguinis* on the one hand, and the production of bacteriocins by *S. mutans*, on the other.<sup>88</sup> The inhibitory capacity of a bacterium on the another is determined by the ecological factors of the host and by the survival mechanisms of the bacteria in the oral cavity, due to the regulation of inhibitory compounds by the environmental conditions and the juxtaposition of the two species.<sup>89</sup>

## IN SEARCH OF THE IDEAL BACTERIA AS PROBIOTICS

Various research groups<sup>90-94</sup> have conducted studies aiming to isolate, identify, and assess bacterial strains complying with the characteristics of probiotics in the oral cavity (table 2). One of such studies is that by Strahinic et al, who searched for strains of *Lactobacillus* sp. with probiotic characteristics in human oral cavity, identifying *L. salivarius* BGH01 and *L. gasseri* BGH089.<sup>90</sup> These strains showed antagonism against human pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus flavus*, *Salmonella enteritidis*), including *S. mutans*. A subsequent study showed that *L. salivarius* BGH01 produces more than one bacteriocin; of these, LS1 and LS2 have already been isolated and evaluated.<sup>95</sup>

Tabla 2. Características de los probióticos para cavidad oral

| Propiedades                                      | Características  | Utilidad   |
|--|--|--|
| Seguras para el consumo humano                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Que no tengan efectos adversos en humanos, como patogenicidad, virulencia, toxicidad e infectividad.<sup>17, 96, 97, 98</sup></li> <li>Que no presenten actividades metabólicas dañinas (aminas biógenas, ácido D-láctico).<sup>96</sup></li> <li>Que no sean hemolíticas.<sup>17</sup></li> </ul>  | La utilización de cepas seguras que hayan superado las pruebas de laboratorio, en animales y en ensayos clínicos en humanos reduce el riesgo de efectos adversos.  |
| Ubicación en cavidad oral                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Que sean capaces de sobrevivir, adaptarse y establecerse en cavidad oral. En cavidad oral, así como en tracto digestivo, la alteración de las comunidades microbianas es complicada, así que se requiere una ingesta continua del probiótico.<sup>73, 99, 100</sup> Sin embargo, se ha demostrado, en cavidad oral de niños de 10 años, una colonización más estable debido a que la microbiota está más sujeta a los cambios.<sup>50</sup></li> <li>Algunos autores consideran que la colonización de un sitio en cavidad oral, así sea en saliva o en tejidos blandos, puede proveer protección indirecta en otros sitios por mecanismos diferentes a los sistémicos. Por ejemplo, la reducción de la colonización de patógenos en la lengua y/o saliva reduce los reservorios para la colonización de la placa, como es el caso de <i>Lactococcus lactis</i> NCC2211 o de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG.<sup>101</sup></li> <li>Se considera que lo ideal es el establecimiento en el sitio donde se da la patología, es decir, para el caso de la caries, el microorganismo debería tener las características que le permitan adherirse a tejido duro y así impedir la colonización por microorganismos cariogénicos.<sup>20</sup></li> </ul> | La adhesión de los probióticos a las superficies de la cavidad oral es de gran importancia para evitar la exclusión rápida en el medio. El establecimiento en la mucosa oral y en la biopelícula de tejidos duros media la influencia de la adhesión de otros microorganismos. <sup>20</sup> |
| Producción de sustancias antimicrobianas         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas especies bacterianas producen bacteriocinas,<sup>44, 92</sup> y otras peróxido de hidrógeno,<sup>96</sup> lo cual contribuye a la inhibición de patógenos. La producción de estas sustancias inhibitorias es un criterio importante en la selección de una cepa probiótica porque se cree que provee una ventaja para sobrevivir en nichos ecológicos y prevenir el crecimiento de patógenos.<sup>102</sup></li> </ul>  | Se considera que el papel benéfico de los probióticos está principalmente basado en su efecto antagonista frente a los patógenos, como es mediante la producción de sustancias antimicrobianas constituyendo un mecanismo de defensa en el hospedador. <sup>102, 103</sup>                   |
| No cariogénicas                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>La utilización de bacterias acidogénicas generaría el efecto contrario al deseado con los probióticos.<sup>101</sup></li> </ul>   | Usar bacterias inocuas al hospedador reduce los efectos adversos por su utilización  |
| Capacidad tecnológica de producción              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Microorganismos que sean fáciles de cultivar y que no pierdan su viabilidad durante la producción y almacenamiento, así como es importante establecerlos en la vía más adecuada para su administración.<sup>104, 105</sup></li> </ul>   | Poder producir a gran escala el probiótico y que no pierda viabilidad durante el almacenamiento permite su utilidad a nivel poblacional.   |
| Ausencia de resistencia adquirida a antibióticos | <ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas bacterias probióticas están relacionadas con bacterias oportunistas, por lo que puede existir la posibilidad de transferencia de genes de resistencia. Lo ideal es que las cepas que vayan a ser usadas para este fin no tengan ningún tipo de resistencia a antibióticos.<sup>104</sup></li> <li>Es necesario también determinar la susceptibilidad a antibióticos, para el control en caso de una bacteremia asociada a esta bacteria.</li> </ul>   | La utilización de cepas sin ninguna resistencia a antibióticos disminuye el riesgo de la transferencia de la resistencia a otras bacterias.  |
| Otras características                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Un valor agregado a la cepa probiótica es la capacidad de producir metabolitos que establezcan las condiciones de la cavidad oral, como es la producción de amonio mediante el metabolismo de la arginina.<sup>81, 84, 92</sup></li> <li>Es importante que no se produzcan compuestos volátiles sulfúricos, para evitar la halitosis.<sup>94</sup></li> </ul>   | Si la cepa tiene otra característica que contribuya a disminuir la enfermedad, hace que el efecto como probiótico sea más fuerte.  |

**Table 2. Characteristics of probiotics for the oral cavity**

| Properties                                | Characteristics   | Benefits   |
|---|---|--|
| Safe for human consumption                | Free of adverse effects in humans, such as pathogenicity, virulence, toxicity, and infectivity. <sup>17, 96, 97, 98</sup><br>Free of harmful metabolic activities (biogenic amines, D-lactic acid). <sup>96</sup><br>Non-hemolytic. <sup>17</sup>   | The use of safe strains that have passed the tests in laboratories, animals, and clinical trials in humans reduces the risk of adverse effects.  |
| Location in the oral cavity               | Able to survive, adapt, and colonize the oral cavity. As in the digestive tract, alterations in the microbial communities in the oral cavity is complicated, requiring a continuous intake of probiotic. <sup>73, 99, 100</sup> However, it has been shown that in the oral cavity of 10-year-olds, colonization is more stable since microbiota is more easily subjected to changes. <sup>50</sup><br>Some authors claim that the colonization of a site in the oral cavity, whether in saliva or in soft tissue, can provide indirect protection in others sites by mechanisms other than the systemic ones. For example, the reduction in colonization of pathogens in tongue and/or saliva reduces the reservoirs for colonization in plaque, as it is the case of <i>Lactococcus lactis</i> NCC2211 or <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG. <sup>101</sup><br>Colonizing the site where the pathology occurs is considered an ideal situation. In the case of tooth decay, the microorganism should have characteristics that enable it to adhere to hard tissue and thus prevent colonization by cariogenic microorganisms. <sup>20</sup> | The adhesion of probiotics to surfaces in the oral cavity is very important to avoid the quick release in the oral environment. The establishment in the oral mucosa and the biofilm of hard tissues blocks the influence of adhesion of other microorganisms. <sup>20</sup> |
| Production of antimicrobial substances    | Some bacterial species produce bacteriocins, <sup>44, 92</sup> while others produce hydrogen peroxide, <sup>86</sup> contributing to the inhibition of pathogens. The production of these inhibitory substances is an important criterion in the selection of a probiotic strain because it is believed to provide an advantage to survive in ecological niches and prevent the growth of pathogens. <sup>102</sup>   | The beneficial role of probiotics is based primarily on their antagonistic effect against pathogens, as it is through the production of antimicrobial substances constituting a defense mechanism in the host. <sup>102, 103</sup>   |
| Non-cariogenic                            | The use of acidogenic bacteria would generate the opposite effect to what is desired with probiotics. <sup>101</sup>  | Using harmless bacteria on the host reduces the adverse effects.   |
| Technological capacity for production     | Microorganisms that are easily cultured and do not lose their viability during production and storage, just as it is important to set them in the most suitable route of administration. <sup>104, 105</sup>  | The large-scale production of probiotics without losing viability during storage allows using them in the population.  |
| Absence of acquired antibiotic resistance | Some probiotic bacteria are related to opportunistic bacteria, suggesting the possibility of transferring resistant genes. Ideally, the strains to be used to this end should be free of any type of resistance to antibiotics. <sup>104</sup><br>It is also necessary to verify susceptibility to antibiotics, for control in the event of bacteremia associated to this bacterium.  | The use of strains with no resistance to antibiotics reduces the risk of transferring resistance to other bacteria.  |
| Other characteristics                     | An added value to the probiotic strain is its capacity to produce metabolites that stabilize the conditions of the oral cavity, such as the production of ammonium by the metabolism of arginine. <sup>81, 84, 92</sup><br>It is important not to produce sulfuric volatile compounds, to avoid halitosis. <sup>94</sup>  | If the strain has another characteristic that can help reduce the disease, it makes its probiotic effect stronger.   |

Otro estudio, centrado en la búsqueda de bacterias ácido-lácticas de saliva de niños sanos, identificó 11 cepas de bacterias que cumplieron con los criterios establecidos por los investigadores, como la capacidad de adherencia a tejidos orales y la agregación para la formación de la biopelícula, el antagonismo frente a patógenos, la identificación genética bacteriana, la no producción de ácidos y compuestos volátiles de mal olor y la no resistencia a antibióticos.<sup>91</sup>

Camelo-Castillo y colaboradores identificaron, en placa dental de individuos que nunca han sufrido caries dental, dos cepas de una bacteria a la que denominaron *Streptococcus dentisani*. Esta bacteria pertenece al grupo mitis, pero se agrupó dentro de una nueva ramificación filogenética. Mediante el análisis de características metabólicas y genómicas, confirmaron que pertenecían a una nueva especie del género *Streptococcus*. Como características de probiótico, *S. dentisani* presenta actividad antimicrobiana frente a *S. mutans* en condiciones in vitro, y produce amonio mediante el metabolismo de la arginina, permitiendo un control del pH de la cavidad oral y evitando así el asentamiento de cepas relacionadas con el desarrollo de caries.<sup>92</sup>

Para identificar bacterias con características probióticas, Wu y colaboradores analizaron cepas bacterianas de *Lactobacillus salivarius* con actividad antagónica frente a *S. mutans*. De 64 cepas estudiadas, encontraron dos, K35 y K43, que inhibían significativamente la formación de biopelícula de *S. mutans*. Posteriores estudios in vitro confirmaron que tenían una fuerte actividad bactericida frente a *S. mutans*.<sup>93</sup>

En 2015, Terai y colaboradores seleccionaron, a partir de placa dental y lengua de individuos sanos, bacterias del género *Lactobacillus* y *Streptococcus* en función de la no producción de Compuestos Sulfúricos Volátiles (CSV) o glucanos insolubles en agua, que tuvieran alta actividad antibacteriana frente a las bacterias causantes de caries y periodontitis y alta actividad de adherencia a las células epiteliales orales y a la hidroxiapatita in vitro. Los autores seleccionaron *L. crispatus* YIT 12319, *L. fermentum* YIT12320, *L. gasseri* YIT 12321 y *S. mitis* YIT 12322

Another study, focused on finding lactic acid bacteria in saliva from healthy children, identified 11 bacteria strains that met the criteria defined by the researchers, such as ability of adherence to oral tissues and aggregation to form biofilm, antagonism against pathogens, bacterial genetic identification, absence of acids and malodorous volatile compounds, and absence of resistance to antibiotics.<sup>91</sup>

Camelo-Castillo et al identified two strains of bacteria that they named *Streptococcus dentisani* in the dental plaque of individuals who have never had dental caries. This bacterium belongs to the mitis group, but was grouped with a new phylogenetic branch. Through the analysis of genomic and metabolic characteristics, they confirmed it belongs to a new species of the genus *Streptococcus*. As probiotic characteristics, *S. dentisani* has antimicrobial activity against *S. mutans* in in vitro conditions, and produces ammonium by arginine metabolism, controlling the pH of the oral cavity and thus preventing the colonization of strains related to the development of caries.<sup>92</sup>

To identify bacteria with probiotic characteristics, Wu et al analyzed bacterial strains of *Lactobacillus salivarius* with antagonistic activity against *S. mutans*. They studied 64 strains and found two, K35 and K43, which significantly inhibited the formation of biofilm of *S. mutans*. Subsequent in vitro studies confirmed that they had strong bactericidal activity against *S. mutans*.<sup>93</sup>

In 2015, Terai et al selected, from dental plaque and tongue of healthy individuals, bacteria of the genus *Lactobacillus* and *Streptococcus* which did not produce volatile sulfur compounds (VSCs) or water-insoluble glucans, with high antibacterial activity against caries and periodontitis-causing bacteria as well as high activity of adherence to oral epithelial cells and hydroxyapatite in vitro. The authors selected *L. crispatus* YIT 12319, *L. fermentum* YIT12320, *L. gasseri* YIT 12321

por cumplir con las características mencionadas anteriormente y por no tener riesgo cariogénico o producir endocarditis infecciosa.<sup>94</sup>

Algunos de los estudios,<sup>91, 94</sup> además de presentar los resultados relacionados con la valoración de las características como probióticos, evidencian las pruebas de seguridad que se les realizan a las bacterias seleccionadas. Estas pruebas (Figura 3) son necesarias para poder llegar a utilizar las bacterias sin ningún riesgo en humanos. Se inician en el laboratorio mediante estudios *in vitro*, y continúan en animales y ensayos clínicos en el hombre.

and *S. mitis* YIT 12322 for complying with the abovementioned characteristics, and for not having cariogenic risk or causing infective endocarditis.<sup>94</sup>

In addition to presenting findings related to the evaluation for probiotic characteristics, some of the studies<sup>91, 94</sup> show the safety tests that selected bacteria are subjected to. These tests (Figure 3) are necessary to use these bacteria without any risk for humans, they begin as *in vitro* studies in laboratories and continue in animals and clinical trials in humans.

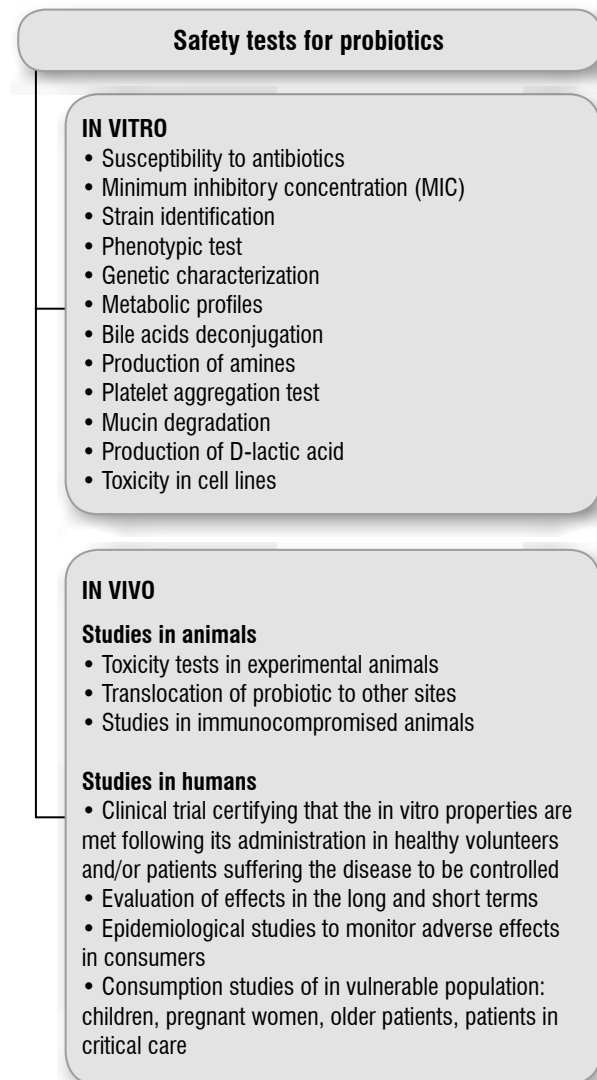
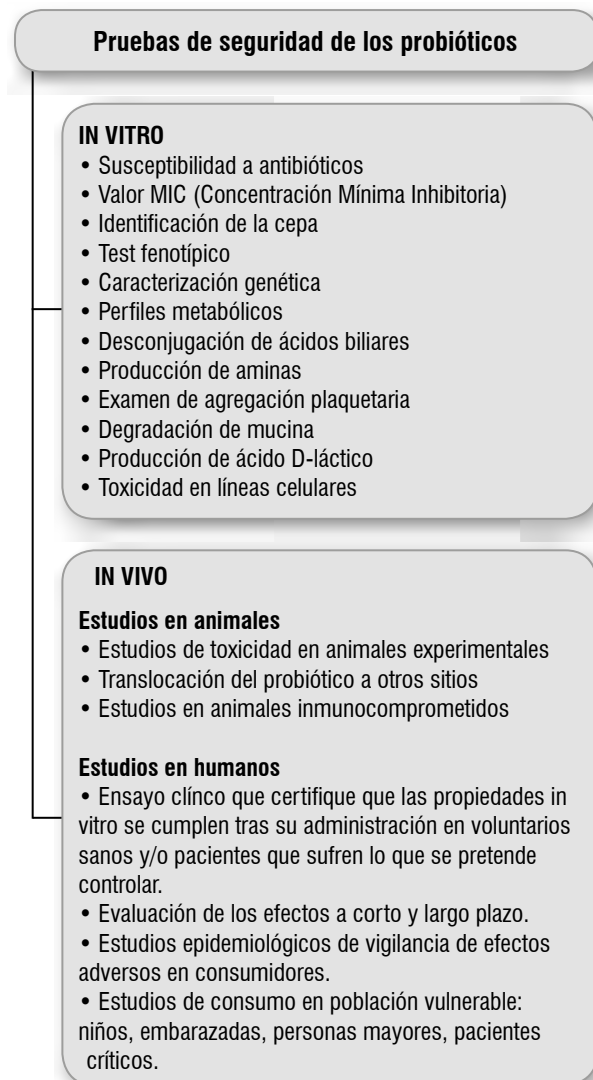


Figura 3. Pruebas de seguridad para el uso de cepas probióticas

Fuente: elaboración propia basada en la literatura<sup>17</sup>

Figure 3. Safety tests for the use of probiotic strains

Source: by the author based on the literature<sup>17</sup>

## CONCLUSIONES

El entendimiento de la caries como una disbiosis de la microbiota oral ha replanteado el desarrollo de estrategias para el control de esta enfermedad. Una de las estrategias de tipo biotecnológico es la utilización de probióticos, cuyo objetivo principal es el establecimiento de microorganismos benéficos para contribuir a la homeostasis de la cavidad oral. En salud oral, los resultados obtenidos en una gran diversidad de estudios con probióticos son prometedores, aunque son pocos los que presentan resultados claros. La comprensión de las características que deberían tener los probióticos para la cavidad oral permitirá seleccionar las cepas más idóneas para este fin. En este artículo se sustentaron algunas de las características más importantes, teniendo como prioridad la seguridad en su utilización y la ubicación en cavidad oral.

## RECOMENDACIONES

Los probióticos podrían utilizarse como tratamiento preventivo para la caries; sin embargo, en algunos países como Colombia no existen productos desarrollados específicamente para el control de esta enfermedad. Esto invita a realizar estudios con bacterias que cumplan las características ideales para cavidad oral y demuestren si realmente son eficaces.

Estos estudios podrían partir del aislamiento e identificación de cepas bacterianas autóctonas que sean seguras, para generar una mayor disponibilidad de opciones y seleccionar la más apropiada para estudios clínicos. De encontrar una cepa con resultados claros, se generará el desarrollo de productos en el mercado y probablemente una medida de salud pública.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CONCLUSIONS

Understanding caries as an oral microbiota dysbiosis has raised again the issue of the development of strategies for the control of this disease. One of the biotechnological strategies is the use of probiotics, with the main objective of establishing beneficial microorganisms to contribute to homeostasis in the oral cavity. In oral health, the findings in a variety of studies on probiotics are promising, although few include clear results. Understanding the characteristics that probiotics should have for the oral cavity will allow selecting the most suitable strains for this purpose. This article discussed some of the most important features, prioritizing safety in their use and location in the oral cavity.

## RECOMMENDATIONS

Probiotics could be used as a preventive treatment for tooth decay; however, in some countries like Colombia no products have been developed specifically for the control of this disease. This creates an invitation to conduct studies on bacteria that satisfy the ideal characteristics for the oral cavity and prove being effective.

Such studies could start by isolating and identifying native bacterial strains that are safe, in order to create a greater availability of options and select the most appropriate for clinical studies. If a strain with clear results is found, new products will be available in the market and probably public health measures as well.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

**CORRESPONDENCIA**

María del Pilar Angarita Díaz  
 Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio  
 (+57) 300 898 3524  
 maria.angaridad@campusucc.edu.co  
 Carrera 35 No. 36-99 Barzal.  
 Villavicencio, Colombia

**CORRESPONDING AUTHOR**

María del Pilar Angarita Díaz  
 Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio  
 (+57) 300 898 3524  
 maria.angaridad@campusucc.edu.co  
 Carrera 35 No. 36-99 Barzal  
 Villavicencio, Colombia

**REFERENCIAS / REFERENCES**

- World Health Organization. Oral health: priority action areas [Internet]. [Consultado el 20 de octubre de 2015] Disponible en: [http://www.who.int/oral\\_health/action/information/surveillance/en/](http://www.who.int/oral_health/action/information/surveillance/en/)
- Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bull World Health Organ* 2005; 83(9): 661-669.
- Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet* 2007; 369(9555): 51-59.
- Olmos P, Piovesán S, Musto M, Lorenzo S, Álvarez R, Massa F. Caries dental. La enfermedad oral más prevalente. Primer estudio poblacional en jóvenes y adultos uruguayos del interior del país. *Odontostomatol* 2013; 15: 26-34.
- Casabe JH. Endocarditis infecciosa. Una enfermedad cambiante. *Medicina (B Aires)* 2008; 68(2): 164-174.
- Colombia. Ministerio de Salud. IV Estudio Nacional de Salud Bucal: ENSAB IV: situación en salud bucal: para saber cómo estamos y saber qué hacemos. [Internet]. Bogotá: Minsalud; 2014 [Consultado el 10 de noviembre de 2015]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENSAB-IV-Situacion-Bucal-Actual.pdf>
- Wongkamhaeng K, Poachanukoon O, Koontongkaew S. Dental caries, cariogenic microorganisms and salivary properties of allergic rhinitis children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2014; 78(5): 860-865.
- Castellanos JE, Marín LM, Úsuga MV, Castiblanco GA, Martingon S. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. *Univ Odontol* 2013; 32(69): 49-59.
- Kutsch VK. Dental caries: an updated medical model of risk assessment. *J Prosthet Dent* 2014; 111(4): 280-285.
- Simón-Soro A, Mira A. Solving the etiology of dental caries. *Trends Microbiol* 2015; 23(2): 76-82.
- Rojas S, Echeverría S. Caries temprana de infancia: ¿enfermedad infecciosa? *Rev Med Clin Condes* 2014; 25(3): 581-587.
- Gross EL, Leys EJ, Gasparovich SR, Firestone ND, Schwartzbaum JA, Janies DA et al. Bacterial 16S sequence analysis of severe caries in young permanent teeth. *J Clin Microbiol* 2010; 48(11): 4121-4128.
- Tanner AC, Kent RL Jr, Holgerson PL, Hughes CV, Loo CY, Kanasi E et al. Microbiota of severe early childhood caries before and after therapy. *J Dent Res* 2011; 90(11): 1298-1305.
- Burne RA, Zeng L, Ahn SJ, Palmer SR, Liu Y, Lefebure T et al. Progress dissecting the oral microbiome in caries and health. *Adv Dent Res* 2012; 24(2): 77-80.
- Laleman I, Detailleur V, Slot DE, Slomka V, Quirynen M, Teughels W. Probiotics reduce mutans streptococci counts in humans: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2014; 18(6): 1539-1552.
- Cagetti MG, Mastroberardino S, Milia E, Cocco F, Lingström P, Campus G. The use of probiotic strains in caries prevention: a systematic review. *Nutrients* 2013; 5(7): 2530-2550.
- Joint FAO/WHO. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food [Internet]. London: FAO/WHO; 2002.
- Wade WG. Has the use of molecular methods for the characterization of the human oral microbiome changed our understanding of the role of bacteria in the pathogenesis



- of periodontal disease? *J Clin Periodontol* 2011; 38(Suppl 11): 7-16.
19. Dewhirst FE, Chen T, Izard J, Paster BJ, Tanner ACR, Yu WH et al. The human oral microbiome. *J Bacteriol* 2010; 192(19): 5002-5017.
  20. Lazarevic V, Whiteson K, Hernandez D, François P, Schrenzel J. Study of inter- and intra-individual variations in the salivary microbiota. *BMC Genom* 2010; 11: 523. DOI: <https://dx.doi.org/10.1186/1471-2164-11-523>
  21. Ten-Cate JM. Biofilms, a new approach to the microbiology of dental plaque. *Odontology* 2006; 94(1): 1-9.
  22. Mark Welch J, Rossetti B, Rieken C, Dewhirst F, Borisy G. Biogeography of a human oral microbiome at the micron scale. *PNAS* 2016; 113(6): 791-800. DOI: <https://dx.doi.org/10.1073/pnas.1522149113>
  23. Rouabhia M. Interactions between host and oral commensal microorganisms are key events in health and disease status. *Can J Infect Dis* 2002; 13(1): 47-51.
  24. Bowden GHW. The microbial ecology of dental caries. *Microb Ecol Health Dis* 2000; 12(3): 138-148.
  25. Marsh PD. Microbiology of dental plaque biofilms and their role in oral health and caries. *Dent Clin North Am* 2010; 54(3): 441-454.
  26. Zarco MF, Vess TJ, Ginsburg GS. The oral microbiome in health and disease and the potential impact on personalized dental medicine. *Oral Dis* 2012; 18(2): 109-120.
  27. Scannapieco FA. The oral microbiome: Its role in health and in oral and systemic infections. *Clin Microbiol Newsl* 2013; 35(20): 163-169.
  28. Duran-Pinedo AE, Frias-Lopez J. Beyond microbial community composition: functional activities of the oral microbiome in health and disease. *Microbes Infect* 2015; 17(7): 505-516.
  29. Belstrøm D, Fiehn NE, Nielsen CH, Holmstrup P, Kirkby N, Klepac-Ceraj V et al. Altered bacterial profiles in saliva from adults with caries lesions: a case-cohort study. *Caries Res* 2014; 48(5): 368-375.
  30. Vieira-Colombo AP, Magalhães CB, Hartenbach FA, Martins-do-Souto R, Maciêlda-Silva-Boghossian C. Periodontal-disease-associated biofilm: A reservoir for pathogens of medical importance. *Microb Pathog* 2016; 94: 27-34.
  31. Chocolatewala N, Chaturvedi P, Desale R. The role of bacteria in oral cancer. *Indian J Med Paediatr Oncol* 2010; 31(4): 126-131.
  32. Whitmore SE, Lamont RJ. Oral bacteria and cancer. *PLoS Pathog* 2014; 10(3): e1003933. DOI: [dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1003933](https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003933)
  33. Zaura E, Keijsers BJ, Huse SM, Crielaard W. Defining the healthy “core microbiome” of oral microbial communities. *BMC Microbiol* 2009; 9(259): 1-12. DOI: <https://dx.doi.org/10.1186/1471-2180-9-259>
  34. Kianoush N, Adler CJ, Nguyen KA, Browne GV, Simonian M, Hunter N. Bacterial profile of dentine caries and the impact of pH on bacterial population diversity. *PLoS One* 2014; 9(3): e92940. DOI: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0092940>
  35. Corby PM, Lyons-Weiler J, Bretz WA, Hart TC, Aas JA et al. Microbial Risk Indicators of Early Childhood Caries. *J Clin Microbiol* 2005; 43(11): 5753-5759.
  36. Tanzer JM, Livingston J, Thompson AM. The microbiology of primary dental caries in humans. *J Dent Educ* 2001; 65(10): 1028-1037.
  37. Badet C, Thebaud NB. Ecology of lactobacilli in the oral cavity: a review of literature. *Open Microbiol J* 2008; 2: 38-48.
  38. Chen T, Yu W-H, Izard J, Baranova OV, Lakshmanan A, Dewhirst FE. The Human Oral Microbiome Database: a web accessible resource for investigating oral microbe taxonomic and genomic information. *Database* 2010; Article ID baq013, DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/database/baq013>
  39. Griffen AL, Beall CJ, Firestone ND, Gross EL, Difranco JM, Hardman JH et al. CORE: A Phylogenetically-Curated 16S rDNA Database of the Core Oral Microbiome. *PLoS One* 2011; 6(4): e19051. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0019051>.
  40. Iniesta M, Zurbriggen M, Montero E, Herrera D. Los probióticos y sus beneficios terapéuticos. *Periodoncia y Osteointegración* 2011; 21(3): 171-179.
  41. Organización Mundial de Gastroenterología. Guía práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos [Internet]. Milwaukee: WGO; 2011 [Consultado el 24 de octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-spanish-2011.pdf>

42. Singh VP, Sharma J, Babu S, Rizwanulla, Singla A. Role of probiotics in health and disease: a review. *J Pak Med Assoc* 2013; 63(2): 253-57.
43. Cáceres RP, Gotteland RM. Alimentos probióticos en Chile: ¿Qué cepas y qué propiedades saludables? *Rev Chil Nutr* 2010; 37(1): 97-109.
44. Näse L, Hatakka K, Savilahti E, Saxelin M, Pönkä A, Poussa T et al. Effect of long-term consumption of a probiotic bacterium, *Lactobacillus rhamnosus* GG, in milk on dental caries and risk in children. *Caries Res* 2001; 35(6): 412-420.
45. Petersson LG, Magnusson K, Hakestam U, Baigi A, Twetman S. Reversal of primary root caries lesions after daily intake of milk supplemented with fluoride and probiotic lactobacilli in older adults. *Acta Odontol Scand* 2011; 69(6): 321-327.
46. Vistoso-Monreal AP. Efecto del consumo de leche enriquecida con probióticos lactobacilos, en la incidencia de lesiones de caries en niños preescolares [Trabajo de grado Cirujano-Dentista]. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2013 [Consultado el 2 de noviembre de 2015]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130016>
47. Hedayati-Hajikand T, Lundberg U, Eldh C, Twetman S. Effect of probiotic chewing tablets on early childhood caries - a randomized controlled trial. *BMC Oral Health* 2015; 15(1): 112.
48. BreathMD. Oral probiotics [Internet]. BreathMD; 2015 [Consultado el 2 de octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.breathmd.com/oral-probiotics.php>.
49. Agrawal V, Kapoor S, Shah N. Role of "Live Microorganisms" (Probiotics) in Prevention of Caries: Going on the Natural Way Towards Oral Health. *Indian J Multidiscip Dent* 2012; 2(3): 491-496.
50. Haukioja A. Probiotics and oral health. *Eur J Dent* 2010; 4(3): 348-355.
51. Burton JP, Drummond BK, Chilcott CN, Tagg JR, Thomson WM, Hale JD et al. Influence of the probiotic *Streptococcus salivarius* strain M18 on indices of dental health in children: A randomized double-blind, placebo-controlled trial. *J Med Microbiol* 2013; 62(Part 6): 875-884.
52. Toiviainen A, Jalasvuori H, Lahti E, Gursoy U, Salminen S, Fontana M et al. Impact of orally administered lozenges with *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 on the number of salivary mutans streptococci, amount of plaque, gingival inflammation and the oral microbiome in healthy adults. *Clin Oral Investig* 2015; 19(1): 77-83.
53. Ahola AJ, Yli-Knuutila H, Suomalainen T, Poussa T, Ahlström A, Meurman JH et al. Short-term consumption of probiotic-containing cheese and its effect on dental caries risk factors. *Arch Oral Biol* 2002; 47(11): 799-804.
54. Montalto M, Vastola M, Marigo L, Covino M, Graziosetto R, Curigliano V et al. Probiotic treatment increases salivary counts of lactobacilli: a double-blind, randomized, controlled study. *Digestion* 2004; 69(1): 53-56.
55. Nikawa H, Makihira S, Fukushima H, Nishimura H, Ozaki Y, Ishida K et al. *Lactobacillus reuteri* in bovine milk fermented decreases the oral carriage of mutans streptococci. *Int J Food Microbiol* 2004; 95(2): 219-223.
56. Caglar E, Sandalli N, Twetman S, Kavaloglu S, Ergeneli S, Selvi S. Effect of yogurt with *Bifidobacterium* DN-173 010 on salivary mutans streptococci and lactobacilli in young adults. *Acta Odontol Scand* 2005; 63(6): 317-320.
57. Caglar E, Cildir SK, Ergeneli S, Sandalli N, Twetman S. Salivary mutans streptococci and lactobacilli levels after ingestion of the probiotic bacterium *Lactobacillus reuteri* ATCC 55730 by straws or tablets. *Acta Odontol Scand* 2006; 65(5): 314-318.
58. Caglar E, Kavaloglu SC, Kuscü OO, Sandalli N, Holgerson PL, Twetman S. Effect of chewing gums containing xylitol or probiotic bacteria on salivary mutans streptococci and lactobacilli. *Clin Oral Investig* 2007; 11(4): 425-429.
59. Caglar E, Kuscü OO, Cildir SK, Kuvvetli SS, Sandalli N. A probiotic lozenge administered medical device and its effect on salivary mutans streptococci and lactobacilli. *Int J Paediatr Dent* 2008; 18(1): 35-39.
60. Caglar E, Kuscü OO, Selvi Kuvvetli S, Kavaloglu Cildir S, Sandalli N, Twetman S. Short-term effect of ice-cream containing *Bifidobacterium lactis* Bb-12 on the number of salivary mutans streptococci and lactobacilli. *Acta Odontol Scand* 2008; 66(3): 154-158.
61. Stecksén-Blicks C, Sjöström I, Twetman S. Effect of long-term consumption of milk supplemented with probiotic lactobacilli and fluoride on dental caries and general health in preschool children: a cluster-randomized study. *Caries Res* 2009; 43(5): 374-381.
62. Cogulu D, Topaloglu-Ak A, Caglar E, Sandalli N, Karagozlu C, Ersin N et al. Potential effects of a multistrain probiotic-kefir on salivary *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* spp. *J Dent Sci* 2010; 5(3): 144-149.

63. Lexner MO, Blomqvist S, Dahlen G, Twetman S. Microbiological profiles in saliva and supragingival plaque from caries-active adolescents before and after a short-term daily intake of milk supplemented with probiotic bacteria - a pilot study. *Oral Heal Prev Dent* 2010; 8(4): 383-388.
64. Aminabadi NA, Erfanparast L, Ebrahimi A, Oskouei SG. Effect of chlorhexidine pretreatment on the stability of salivary lactobacilli probiotic in six- to twelve-year-old children: a randomized controlled trial. *Caries Res* 2011; 45(2): 148-154.
65. Jindal G, Pandey RK, Agarwal J, Singh M. A comparative evaluation of probiotics on salivary mutans streptococci counts in Indian children. *Eur Arch Paediatr Dent* 2011; 12(4): 211-215.
66. Mortazavi S, Akhlaghi N. Salivary Streptococcus mutans and Lactobacilli levels following probiotic cheese consumption in adults: a double blind randomized clinical trial. *J Res Med Sci* 2012; 17(1): 57-66.
67. Taipale T, Pienihäkkinen K, Salminen S, Jokela J, Söderling E. Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12 administration in early childhood: a randomized clinical trial of effects on oral colonization by mutans streptococci and the probiotic. *Caries Res* 2012; 46(1): 69-77.
68. Campus G, Cocco F, Carta G, Cagetti MG, Simark-Mattson C, Strohmer L et al. Effect of a daily dose of Lactobacillus brevis CD2 lozenges in high caries risk schoolchildren. *Clin Oral Investig* 2014; 18(2): 555-561.
69. Hasslöf P, West CE, Videhult FK, Brandelius C, Stecksén-Blicks C. Early intervention with probiotic Lactobacillus paracasei F19 has no long-term effect on caries experience. *Caries Res* 2013; 47(6): 559-565.
70. Nishihara T, Suzuki N, Yoneda M, Hirofuji T. Effects of Lactobacillus salivarius-containing tablets on caries risk factors: a randomized open-label clinical trial. *BMC Oral Health* 2014; 14(1): 110.
71. Hedayati-Hajikand T, Lundberg U, Eldh C, Twetman S. Effect of probiotic chewing tablets on early childhood caries - a randomized controlled trial. *BMC Oral Health* 2015; 15(1): 112.
72. Colloca ME, Ahumada MC, López ME, Nader-Macías ME. Surface properties of lactobacilli isolated from healthy subjects. *Oral Dis* 2000; 6(4): 227-233.
73. Yli-Knuutila H, Snäll J, Kari K, Meurman JH. Colonization of Lactobacillus rhamnosus GG in the oral cavity. *Oral Microbiol Immunol* 2006; 21(2): 129-131.
74. Busscher HJ, Mulder AF, van der Mei HC. In vitro adhesion to enamel and in vivo colonization of tooth surfaces by Lactobacilli from a bio-yoghurt. *Caries Res* 1999; 33(5): 403-404.
75. Matee MI, Mikx FH, Maselle SY, Van Palenstein Helderman WH. Mutans streptococci and lactobacilli in breast-fed children with rampant caries. *Caries Res* 1992; 26(3): 183-187.
76. Gorbach SL, Goldin BR, inventors; New England Medical Center Inc, assignee. Lactobacillus strains and methods of selection. United States patent US 4839281(A). 1989 Jun 13.
77. Doron S, Snyderman DR, Gorbach SL. Lactobacillus GG: bacteriology and clinical applications. *Gastroenterol Clin North Am* 2005; 34(3): 483-498.
78. Köll P, Mändar R, Marcotte H, Leibur E, Mikelsaar M, Hammarström L. Characterization of oral lactobacilli as potential probiotics for oral health. *Oral Microbiol Immunol* 2008; 23(2): 139-147.
79. Pham LC, Hoogenkamp MA, Exterkate RA, Terefework Z, de Soet JJ, ten Cate JM et al. Effects of Lactobacillus rhamnosus GG on saliva-derived microcosms. *Arch Oral Biol* 2011; 56(2): 136-147.
80. Baca-Castañón ML, De la Garza-Ramos MA, Alcázar-Pizaña AG, Grondin Y, Coronado-Mendoza A, Sánchez-Najera RI et al. Antimicrobial effect of Lactobacillus reuteri on cariogenic bacteria Streptococcus gordonii, Streptococcus mutans, and periodontal diseases Actinomyces naeslundii and Tannerella forsythia. *Probiotics Antimicrob Proteins* 2015; 7(1): 1-8.
81. Jalasvuori H, Haukioja A, Tenovuo J. Probiotic Lactobacillus reuteri strains ATCC PTA 5289 and ATCC 55730 differ in their cariogenic properties in vitro. *Arch Oral Biol* 2012; 57(12): 1633-1638.
82. Madhwani T, McBain AJ. Bacteriological effects of a Lactobacillus reuteri probiotic on in vitro oral biofilms. *Arch Oral Biol* 2011; 56(11): 1264-1273.
83. Burton JP, Chilcott CN, Moore CJ, Speiser G, Tagg JR. A preliminary study of the effect of probiotic Streptococcus salivarius K12 on oral malodour parameters. *J Appl Microbiol* 2006; 100(4): 754-764.
84. Huang SC, Burne RA, Chen YY. The pH-dependent expression of the urease operon in Streptococcus salivarius is mediated by CodY. *Appl Environ Microbiol* 2014; 80(17): 5386-5393.

85. Tong H, Gao X, Dong X. *Streptococcus oligofermentans* sp. nov., a novel oral isolate from caries-free humans. *Int J Syst Evol Microbiol* 2003; 53(Pt 4): 1101-1104.
86. Tong H, Chen W, Merritt J, Qi F, Shi W, Dong X. *Streptococcus oligofermentans* inhibits *Streptococcus mutans* through conversion of lactic acid into inhibitory H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; a possible counteroffensive strategy for interspecies competition. *Mol Microbiol* 2007; 63(3): 872-880.
87. Caufield PW, Dasanayake AP, Li Y, Pan Y, Hsu J, Hardin JM. Natural history of *Streptococcus sanguinis* in the oral cavity of infants: evidence for a discrete window of infectivity. *Infect Immun* 2000; 68(7): 4018-4023.
88. Kreth J, Zhang Y, Herzberg MC. Streptococcal antagonism in oral biofilms: *Streptococcus sanguinis* and *Streptococcus gordonii* interference with *Streptococcus mutans*. *J Bacteriol* 2008; 190(13): 4632-4640.
89. Kreth J, Merritt J, Shi W, Qi F. Competition and coexistence between *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis* in the dental biofilm. *J Bacteriol* 2005; 187(21): 7193-7203.
90. Strahinic I, Busarcevic M, Pavlica D, Milasin J, Golic N, Topisirovic L. Molecular and biochemical characterizations of human oral lactobacilli as putative probiotic candidates. *Oral Microbiol Immunol* 2007; 22(2): 111-117.
91. Bosch M, Nart J, Audivert S, Bonachera MA, Alemany AS, Fuentes MC et al. Isolation and characterization of probiotic strains for improving oral health. *Arch Oral Biol* 2012; 57(5): 539-549.
92. Camelo-Castillo A, Benítez-Páez A, Belda-Ferre P, Cabrera-Rubio R, Mira A. *Streptococcus dentisani* sp. nov., a novel member of the mitis group. *Int J Syst Evol Microbiol* 2014; 64(Pt 1): 60-65.
93. Wu CC, Lin CT, Wu CY, Peng WS, Lee MJ, Tsai YC. Inhibitory effect of *Lactobacillus salivarius* on *Streptococcus mutans* biofilm formation. *Mol Oral Microbiol* 2015; 30(1): 16-26.
94. Terai T, Okumura T, Imai S, Nakao M, Yamaji K, Ito M et al. Screening of probiotic candidates in human oral bacteria for the prevention of dental disease. *PLoS One* 2015; 10(6): e0128657. DOI: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0128657>
95. Busarcevic M, Dalgarrondo M. Purification and genetic characterisation of the novel bacteriocin LS2 produced by the human oral strain *Lactobacillus salivarius* BGHO1. *Int J Antimicrob Agents* 2012; 40(2): 127-134.
96. Sanders ME, Akkermans LM, Haller D, Hammerman C, Heimbach J, Hörmannspurger G et al. Safety assessment of probiotics for human use. *Gut Microbes* 2010; 1(3): 164-185.
97. Burton JP, Wescombe PA, Moore CJ, Chilcott CN, Tagg JR. Safety assessment of the oral cavity probiotic *Streptococcus salivarius* K12. *Appl Environ Microbiol* 2006; 72(4): 3050-3053.
98. Senok AC, Ismaeel AY, Botta GA. Probiotics: facts and myths. *Clin Microbiol Infect* 2005; 11(12): 958-966.
99. Petti S, Tarsitani G, D'Arca AS. A randomized clinical trial of the effect of yoghurt on the human salivary microflora. *Arch Oral Biol* 2001; 46(8): 705-712.
100. Kilian M, Frandsen EV, Haubek D, Poulsen K. The etiology of periodontal disease revisited by population genetic analysis. *Periodontol* 2000 2006; 42(1): 158-179.
101. Devine DA, Marsh PD. Prospects for the development of probiotics and prebiotics for oral applications. *J Oral Microbiol* [Internet] 2009; 1. Disponible en: <http://www.journaloforalmicrobiology.net/index.php/jom/article/view/1949>
102. Samot J, Badet C. Antibacterial activity of probiotic candidates for oral health. *Anaerobe* 2013; 19(1): 34-38.
103. Stamatova I, Meurman JH. Probiotics: Health benefits in the mouth. *Am J Dent* 2009; 22(6): 329-338.
104. Suárez JE. Microbiota autóctona, probióticos y prebióticos. *Nutr Hosp* 2013; 28 (1): 38-41.
105. Makinen K, Berger B, Bel-Rhliid R, Ananta E. Science and technology for the mastership of probiotic applications in food products. *J Biotechnol* 2012; 162(4): 356-365.

APICECTOMÍA Y OBTURACIÓN RETRÓGRADA COMO TRATAMIENTO DE UN  
GRANULOMA PERIAPICAL. INFORME DE CASO

APICOECTOMY AND RETROGRADE FILLING AS PERIAPICAL GRANULOMA  
TREATMENT. A CASE REPORT

DANIELA VILLARREAL ARANGO<sup>1</sup>, JACOBO RAMOS MANOTAS<sup>2</sup>, ANTONIO DÍAZ CABALLERO<sup>3</sup>

**RESUMEN.** Los granulomas periapicales son procesos inflamatorios crónicos que se presentan como una lesión rodeando el ápice del diente, la cual aumenta de tamaño debido a una proliferación de tejido granulomatoso conformado por linfocitos, plasmocitos, algunos polimorfonucleares, macrófagos, eosinófilos, células gigantes multinucleadas, fibroblastos y capilares de neoformación. Etiológicamente, su aparición obedece a caries profundas que afectan la pulpa, conductos radiculares infectados o fracasos endodónticos. El objetivo del presente artículo es informar el hallazgo de un granuloma periapical en un diente previamente tratado. Se realizó biopsia excisional, curetaje y cirugía apical con obturación retrógrada usando compuesto de minerales trióxido (MTA) como material de obturación a nivel del órgano dentario 11 en un paciente masculino de 65 años de edad, con posterior estudio histopatológico de la lesión. El seguimiento clínico y radiográfico demostró la efectividad del uso de MTA como material de obturación retrógrada y la apicectomía como procedimiento quirúrgico para el tratamiento del granuloma periapical.

**Palabras clave:** granuloma periapical, obturación retrógrada, apicectomía

Villarreal-Arango D, Ramos-Manotas J, Díaz-Caballero A. Apicectomía y obturación retrógrada como tratamiento de granuloma periapical. Reporte de caso. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 203-209. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a11>

**ABSTRACT.** Periapical granulomas are chronic inflammatory processes appearing as a lesion around the apex of the tooth, which increase in size due to a proliferation of granulomatous tissue formed by lymphocytes, plasmocytes, some polymorphonuclears, macrophages, eosinophils, multinucleated giant cells, fibroblasts, and neoformation of capillaries. Etiologically, they occur due to deep caries affecting the pulp, infected root canals or endodontic failures. The objective of the present article is to report the finding of a periapical granuloma in a previously treated tooth, by means of excisional biopsy, curettage, and apical surgery with retrograde filling using mineral trioxide aggregate (MTA) as filling material on tooth # 11 in a 65-year old male patient, with subsequent histopathological study of the lesion. The clinical and radiographic follow-up showed the effectiveness of MTA as a retrograde filling material and apicoectomy as surgical procedure for the treatment of periapical granuloma.

**Key words:** periapical granuloma, retrograde filling, apicectomy

Villarreal-Arango D, Ramos-Manotas J, Díaz-Caballero A. Apicoectomy and retrograde filling as periapical granuloma treatment. A case report. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 203-209. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a11>

- 1 Joven investigador del Grupo GITOU. Universidad de Cartagena.
- 2 Odontólogo, Universidad de Cartagena. Maestría en Endodoncia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Profesor titular de la Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena.
- 3 Odontólogo, Universidad de Cartagena. Periodoncista, Pontificia Universidad Javeriana. Doctor en Ciencias Biomédicas, Universidad de Cartagena. Profesor de la Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena. Director del Grupo GITOU.

- 1 Young researcher, GITOU Group. Universidad de Cartagena.
- 2 DMD, Universidad de Cartagena. Master's Degree in Endodontics, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Associate Professor, School of Dentistry, Universidad de Cartagena.
- 3 DMD, Universidad de Cartagena. Periodontist, Pontificia Universidad Javeriana. PhD in Biomedical Sciences, Universidad de Cartagena. Professor at the School of Dentistry, Universidad de Cartagena. Head of the GITOU Group.

RECIBIDO: AGOSTO 18/2015 - ACEPTADO: ENERO 26/2016

SUBMITTED: AUGUST 18/2015 - ACCEPTED: JANUARY 26/2016

## INTRODUCCIÓN

Los granulomas periapicales son lesiones que obedecen a la presencia de necrosis pulpar. Si la enfermedad continúa, las bacterias y sus productos de degradación llegan al periápice, hasta convertirse en una patología periapical; si el proceso se mantiene, hay un equilibrio con las defensas del huésped, estableciéndose las formas crónicas de la periodontitis apical purulenta, entre ellas la forma granulomatosa.<sup>1</sup>

El tejido granulomatoso que se forma en la zona periapical presenta células inflamatorias crónicas, tejido de granulación y restos de tejido epitelial recubiertos de una cápsula periférica,<sup>1</sup> lo que provoca una resorción ósea que radiográficamente se observa como una zona radiolúcida con contorno irregular rodeando el ápice del órgano dentario (OD).<sup>2</sup> De esta manera, comparte características no solo radiográficas sino también clínicas con otras lesiones apicales, como con los abscesos apicales, por lo que es común realizar diagnósticos erróneos de este tipo de lesiones. Por eso se debe confirmar el diagnóstico mediante estudios histopatológicos, en los que es posible visualizar la cápsula de tejido conectivo fibroso que circunda al tejido granulomatoso y a células principales como los linfocitos, asociados a plasmocitos, neutrófilos, histiocitos, eventuales mastocitos y eosinófilos.<sup>3</sup>

Las lesiones pulpares y periapicales representan la segunda patología más frecuente en la cavidad oral, y el sexo masculino es el más afectado,<sup>4</sup> pudiendo tener un desarrollo sintomático o asintomático. Para el tratamiento de las patologías periapicales se indica realizar el tratamiento endodóntico convencional con preparación corono apical, terapia con hidróxido de calcio y/o cirugía apical.<sup>5</sup>

## INFORME DE UN CASO

Paciente masculino de 65 años de edad sin antecedentes médicos relevantes que asiste a la consulta por presentar tumefacción ubicada en la zona vestibular a nivel del OD 11

## INTRODUCTION

Periapical granulomas are lesions resulting from the presence of pulp necrosis. If the disease progresses, bacteria and their degradation products reach the periapex, becoming a periapical pathology; if this process progresses, there is a balance with the host's defenses, establishing chronic forms of purulent apical periodontitis, including the granulomatous form.<sup>1</sup>

The granulomatous tissue formed in the periapical area shows chronic inflammatory cells, granulation tissue, and epithelial tissue remains covered by a peripheral capsule,<sup>1</sup> causing a type of bone resorption which radiographically appears as a radiolucent area with an irregular contour surrounding the apex of the dental organ (DO).<sup>2</sup> Thus, it shares radiographical and clinical characteristics with other apical lesions, such as apical abscesses, commonly leading to misdiagnosis of this type of lesions. Therefore, diagnosis must be confirmed by histopathologic studies, which allow visualizing the capsule of the fibrous connective tissue surrounding the granulomatous tissue and important cells such as lymphocytes, associated to plasma cells, neutrophils, histiocytes, an eventually mastocytes and eosinophils.<sup>3</sup>

Pulpal and periapical lesions are the second most frequent oral pathology, affecting males in special;<sup>4</sup> they can be symptomatic or asymptomatic. The recommendation for treatment of periapical diseases include conventional endodontic treatment with crown-down preparation, calcium hydroxide therapy, and/or apical surgery.<sup>5</sup>

## CASE REPORT

65-year old male patient with no relevant medical history whose main complaint was swelling located in the vestibular area at the level of DO 11

(Figura 1); no presenta sintomatología dolorosa. Al examen clínico se observa una corona con núcleo colado. El examen radiográfico reveló la presencia de un tratamiento endodóntico aparentemente bien realizado y un área radiolúcida periapical que se extiende hasta el órgano dentario 12 (Figura 2). Se diligenció y explicó el tratamiento a seguir, firmando el consentimiento informado. Se aplicó anestesia infraorbitaria reforzada con anestesia infiltrativa tipo lidocaína al 2% con epinefrina 1:80000. Se realizó una incisión tipo bisel interno para levantar un colgajo subperióstico y se efectuó una biopsia excisional completa de la lesión, que midió aproximadamente 1x1 cm, seguido de curetaje de las áreas circundantes para remover posibles restos de tejido granulomatoso, apicectomía y obturación retrógrada con MTA (Dentsply), preparado de acuerdo a las instrucciones del fabricante (Figura 3). El estudio histopatológico del tejido removido reveló una lesión recubierta por histiocitos con algunos neutrófilos, macrófagos, linfocitos y células plasmáticas, arrojando compatibilidad con pared de granuloma periapical (Figura 4). Se llevó a cabo un control a los 6 meses después de realizado el tratamiento. El paciente se encontró asintomático y el examen radiográfico reveló la reparación de la zona radiolúcida a nivel del extremo apical del OD (Figura 5).

(Figure 1) with no pain. The clinical examination showed a crown with cast core. The x-ray examination showed the presence of an endodontic treatment apparently well filled and a radiolucent periapical area extending to dental organ 12 (Figure 2). Treatment was explained and an informed consent was signed. Infraorbital anesthesia was applied reinforced with infiltration anesthesia of 2% lidocaine with epinephrine 1:80000. An internal bevel incision was made to raise a subperiosteal flap, performing full excisional biopsy of the lesion, which measured nearly 1 x 1 cm, followed by curettage of the surrounding areas to remove possible residues of granulomatous tissue, apicectomy and retrograde filling with MTA (Dentsply), which was prepared following the manufacturer's instructions (Figure 3). The histopathological study of the removed tissue showed a lesion covered by histiocytes with some neutrophils, macrophages, lymphocytes and plasma cells, showing compatibility with periapical granuloma wall (Figure 4). A 6-months post-treatment follow-up was conducted. The patient was asymptomatic and the radiographic examination showed repair of the radiolucent area at the apical end of the DO (Figure 5).



*Figura 1. Lesión tumoral en zona vestibular a nivel del órgano dentario 11*

**Figure 1. Tumor lesion on the vestibular area at the level of dental organ 11**



Figura 2. Zona radiolúcida circunscrita ubicada en el periápice del órgano dentario 11

Figure 2. Radiolucent circumscribed area located on the periapex of dental organ 11

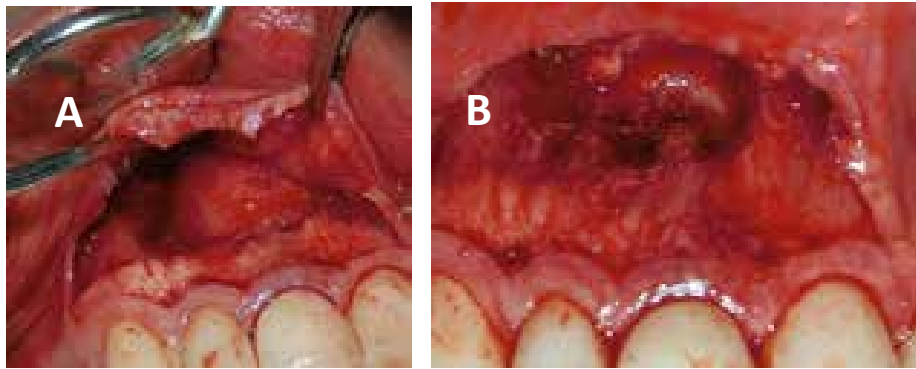


Figura 3. A: levantamiento de colgajo y descubrimiento total de la lesión tumoral. B: vestibulo con lesión extirpada

Figure 3. A: flap lifting and full exposure of the tumor lesion. B: vestibular area with excised lesion

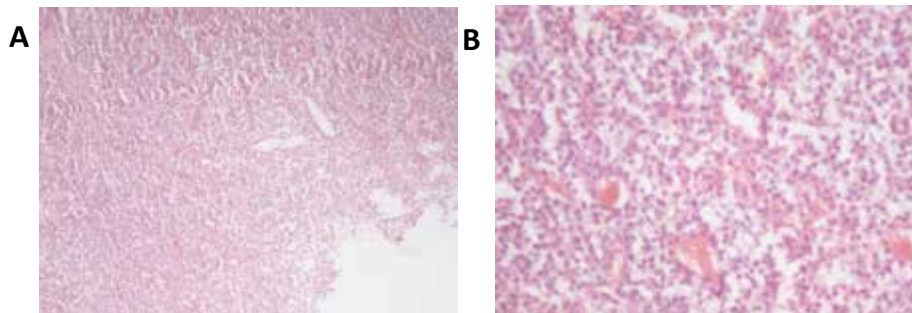


Figura 4. A: vista 10x de corte histológico; se observa abundante infiltrado inflamatorio, fibras y capilares neoformados. B: vista 40x de corte histológico que muestra la presencia de linfocitos, plasmocitos, histiocitos y fibroblastos, además de la formación de nuevos vasos sanguíneos.

Figure 4. A: 10x view of the histological section showing abundant inflammatory infiltration, fibers, and neoformation of capillaries. B: 40x view of histological section showing the presence of lymphocytes, plasma cells, histiocytes, and fibroblasts, in addition to the formation of new blood vessels.





Figura 5. A: fotografía clínica de control a los 6 meses, donde se observa proceso de cicatrización finalizado. B: radiografía de control a los 6 meses; se observa zona radiopaca donde se encontraba la lesión, lo que indica formación de nuevo hueso sano.

Figure 5. A: Clinical photograph of follow-up after 6 months, showing completed healing process. B: control radiograph 6 months afterwards; a radiopaque area can be seen where the lesion used to be, suggesting the formation of new healthy bone.

## DISCUSIÓN

Las lesiones apicales pueden presentarse incluso en órganos dentales con tratamiento endodóntico y esto puede ocurrir cuando no se ha desinfectado adecuadamente el sistema de conductos radiculares mediante la instrumentación y abundante irrigación, o cuando se va a restaurar un OD con una prótesis fija, ya que existe la posibilidad de contaminación como producto del contacto de los fluidos orales con el conducto radicular, la ausencia de desinfección y el secado de este antes de cementar la restauración.

En 2011, Peters y colaboradores<sup>6</sup> realizaron un estudio en el que encontraron que existía prevalencia de periodontitis apical postratamiento, lo que indica que efectivamente se pueden presentar procesos infecciosos aun después de realizado el tratamiento endodóntico.

Se corrobora la importancia de restaurar un diente endodónticamente tratado, como lo informa Tobón (2003) citado por Gaviria y colaboradores en 2012,<sup>7</sup> debido a que una correcta adaptación de la restauración coronaria evita la posibilidad de reinfección y la consecuente aparición de lesiones apicales.

## DISCUSSION

Apical lesions can occur even in dental organs with endodontic treatment and this may happen when the root canal system has not been properly disinfected by instrumentation and abundant irrigation, or when a DO is being restored with a fixed prosthesis, due to the possibility of contamination because of the contact of oral fluids with the root canal, the absence of disinfection, and because of drying it before cementing the restoration.

In 2011, Peters et al<sup>6</sup> found a prevalence of apical periodontitis post-treatment, suggesting that infectious diseases may occur even after completing the endodontic treatment.

This confirms the importance of restoring endodontically treated teeth, as reported by Tobón (2003) cited by Gaviria et al in 2012,<sup>7</sup> since proper adaptation of the coronary restoration prevents the possibility of reinfection and the consequent appearance of apical lesions.

La apicectomía es el procedimiento quirúrgico ideal para este tipo de casos, gracias a varios factores como la localización de la lesión y la necesidad de eliminarla por completo, además de la presencia de núcleos o postes. Este procedimiento permite una mínima resección del ápice y facilita la colocación del material para el sellado retrógrado, lo cual posibilita una mayor impermeabilización del conducto.<sup>8</sup> La cirugía apical tiene un éxito de entre 75 y 90% y se evalúa mediante exploración clínica y controles radiográficos al cabo de medio año aproximadamente.<sup>9</sup> Tal como ocurrió en el caso expuesto, la presencia de un núcleo colado en el interior del conducto y el diente restaurado con una corona individual fueron factores influyentes para determinar el abordaje de la lesión periapical mediante levantamiento de un colgajo y la realización de una obturación retrógrada luego de su extirpación.

Yu y colaboradores<sup>10</sup> presentaron casos en los que el proceso de cicatrización puede tomar hasta más de 10 años después del tratamiento. Sin embargo, en el presente caso se observa reparación de la zona afectada al cabo de 6 meses, confirmada por medio del control radiográfico.

La elección de MTA para el sellado apical luego de la realización de la cirugía es conveniente gracias a las características físico-químicas y biológicas propias del material, como lo demostraron Gómez y colaboradores.<sup>8</sup> De acuerdo con los autores, el MTA mostró el mejor comportamiento en cuanto a impermeabilización, biocompatibilidad y la estimulación del desarrollo de nuevas trabéculas óseas, además de garantizar un excelente sellado marginal y tener baja citotoxicidad.<sup>11</sup> En el presente caso, el MTA utilizado para la obturación retrógrada demostró ser efectivo en cuanto a la estimulación de nuevo hueso sano y el cemento adyacente a la zona afectada.

## CONCLUSIÓN

Es posible lograr una mejoría en los tejidos perirradiculares tras la aparición de una lesión periapical granulomatosa como en el caso expuesto. Para que esto sea posible, especialmente en casos en los que resulta difícil

Apicoectomy is the standard surgical procedure for such cases, thanks to several factors such as lesion location and the need to fully eliminate it, as well as the presence of cores or posts. This procedure allows minimal apical resection and enables the placement of material for retrograde sealing, which allows better waterproofing of the canal.<sup>8</sup> Apical surgery has 75-90% success rate and is evaluated through clinical exploration and radiographic controls after nearly half a year.<sup>9</sup> As seen in the study case presented, the presence of a core post inside the canal and the tooth restored with a single crown were influential factors to decide treating the periapical lesion by lifting a flap and performing retrograde filling after removal.

Yu et al<sup>10</sup> presented cases where the healing process can last 10 years or more after treatment. However, the present case shows healing of the affected zone within 6 months, confirmed by radiographic control.

The choice of MTA for apical sealing after surgery completion is convenient due to the physicochemical and biological characteristics of the material, as shown by Gomez et al.<sup>8</sup> According to these authors, MTA showed the best performance in terms of waterproofing, biocompatibility, and stimulation of the development of new bone trabeculae, in addition to excellent marginal sealing and low cytotoxicity.<sup>11</sup> In the present case, the MTA used for retrograde filling proved to be effective in terms of stimulation of new healthy bone and the cement adjacent to the affected area.

## CONCLUSION

It is possible to achieve improvement in periradicular tissues after the appearance of a periapical granulomatous lesion as in the case reported. To make this possible, especially in cases where it is difficult

extraer el perno y la corona colados, es necesario recurrir a técnicas quirúrgicas adecuadas y emplear materiales de obturación retrógrada con características ideales para estimular la cicatrización de los tejidos afectados. Por lo tanto, se sugiere la cirugía apical seguida de la obturación retrógrada con MTA para este tipo de casos.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## CORRESPONDENCIA

Antonio José Díaz Caballero  
Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena  
(+575) 669 7172  
adiacz1@unicartagena.edu.co  
Cartagena, Colombia

to extract the cast pin and the crown, it is necessary to resort to surgical techniques and to use retrograde filling materials with ideal characteristics to stimulate the healing of affected tissues. In conclusion, apical surgery is suggested, followed by retrograde filling with MTA in these cases.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Antonio José Díaz Caballero  
Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena  
(+575) 669 7172  
adiacz1@unicartagena.edu.co  
Cartagena, Colombia

## REFERENCIAS / REFERENCES

- López Marcos JF. Etiología, clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2004; 9 (Suppl): 52-62.
- Harris NP, Guzman FJ, Díaz AJ. Granuloma periapical: tratamiento convencional. Reporte de un caso. *Duazary* 2013; 10(2): 141-144.
- Pires D, Alves P, Gordón-Núñez M, Andrade-de-Carvalho R, Lopes A. Formación de los granulomas y quistes radiculares: una revisión de los aspectos inmunopatológicos. *Rev ADM*. 2007; 64(3): 91-96.
- Sánchez Riofrío DA. Estudio de la prevalencia de enfermedades odontológicas registradas en el Servicio de Odontología, II Zona Naval, San Cristóbal, Galápagos. *Gaceta dental: Industria y profesiones*. 2010; 21(215): 140-151.
- Rodríguez P, Calero JA. Microbiología pulpar de dientes íntegros con lesiones apicales de origen idiopático. *Colomb Med* 2008; 39 (Supl 1): 5-10.
- Peters LB, Lindeboom JA, Elst ME, Wesselink PR. Prevalence of apical periodontitis relative to endodontic treatment in an adult Dutch population: a repeated cross-sectional study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 111(4): 523-528.
- Gaviria AS, Quintero M, Zúñiga AP, Rodríguez P, Jaramillo A. Prevalencia de lesiones pulpares en pacientes tratados con endodoncia Escuela de Odontología Universidad del Valle. *Rev Colomb Invest Odontol* 2012; 3(7): 48-54.
- Gómez-Carrillo V, Díaz JG, Maniegas L, Gaité JJ, Castro A, Ruiz JA et al. Apicectomía quirúrgica: propuesta de un protocolo basado en la evidencia. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac* 2011; 33(2): 61-66.
- Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod* 2009; 35(7): 930-937.
- Yu VS, Messer HH, Shen L, Yee R, Hsu CY. Lesion progression in post-treatment persistent endodontic lesions. *J Endod* 2012; 38(10): 1316-1321.
- Romero Romero GE, Ramos Manotas J, Díaz Caballero A. Comparación in vitro de la microfiltración apical del MTA ProRoot y Angelus en dientes monorradiculares. *Av Odontostomatol* 2012; 28(3): 125-131.

---

## MESIODENS. REPORTE DE CASO

### MESIODENS. A CASE REPORT

KARINA GIOVANETTI<sup>1</sup>, EDER ALBERTO SIGUA-RODRIGUEZ<sup>2</sup>, LARISSA PACHECO<sup>3</sup>,

EVANDRO PORTELA FIGUEIREDO<sup>4</sup>, JOSE RICARDO ALBERGARIA-BARBOSA<sup>5</sup>

**RESUMEN.** Un mesiodens es un diente supernumerario que comúnmente se presenta en la línea media maxilar. Dada la frecuencia con la que se presenta, el odontólogo general debe estar bien informado acerca de los signos y síntomas del mesiodens y del tratamiento adecuado. Este artículo relata el caso de una paciente de 8 años de edad, en cuyo examen radiográfico se observa una imagen sugestiva de dos mesiodens no erupcionados entre los incisivos centrales superiores. En la valoración intraoral se encontró una inflamación en la región palatina anterior, sin ninguna alteración en la mucosa. Los dientes supernumerarios se diagnostican mediante radiografía y tomografía computarizada. El objetivo de este trabajo es presentar la importancia clínica observada y la utilización de imágenes auxiliares para el diagnóstico, como la radiografía periapical (técnica de Clark) o la tomografía computarizada.

**Palabras clave:** maxila, diente supernumerario, anomalías dentarias, cirugía bucal

Giovanetti K, Sigua-Rodriguez EA, Pacheco L, Figueiredo EP, Albergaria-Barbosa JR. Mesiodens. Reporte de caso. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 210-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a12>

---

**ABSTRACT.** Mesiodens are supernumerary teeth, commonly seen in the maxillary midline. Given their high frequency, dentist should be aware of the signs and symptoms of mesiodens and their appropriate treatment. This case report describes an 8-year-old girl with a radiographic image suggesting two unerupted mesiodens between the central incisors on the palate. The intraoral examination showed swelling in the anterior palatal region with no mucosa alteration. The supernumerary teeth were diagnosed by periapical radiograph and computed tomography. The objective of this study is to present the clinical importance and use of diagnostic images, such as periapical radiograph (Clark technique) or tomography.

**Key words:** maxilla, supernumerary tooth, abnormalities, oral surgery

Giovanetti K, Sigua-Rodriguez EA, Pacheco L, Figueiredo EP, Albergaria-Barbosa JR. Mesiodens. A case report. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 28(1): 210-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n1a12>

---

1 Estudiante de Doctorado, Departamento de Morfología - Área de Anatomía, Escuela de Odontología de Piracicaba, Universidad Estatal de Campinas, Brasil.

2 Estudiante de Doctorado, Departamento de Cirugía y Traumatología Oral y Maxilofacial. Escuela de Odontología de Piracicaba, Universidad Estatal de Campinas, Brasil.

3 Doctora en Clínica Odontológica Área de Odontopediatría.

4 Profesor Universitario, Departamento de Cirugía y Traumatología Oral y Maxilofacial. Universidad Federal de Maranhão.

5 Profesor Universitario, Departamento de Cirugía y Traumatología Oral y Maxilofacial. Escuela de Odontología de Piracicaba, Universidad Estatal de Campinas, Brasil.

---

1 PhD Student at the Department of Morphology; Piracicaba Dental School, University of Campinas, Brazil.

2 PhD Student at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery; Piracicaba Dental School, University of Campinas, Brazil.

3 PhD in Pediatric Dentistry; Piracicaba Dental School, University of Campinas, Brazil.

4 Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, University of Maranhão, Brazil.

5 Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Brazil.

## INTRODUCCIÓN

Los dientes supernumerarios tienen una prevalencia que oscila entre el 0,3 y el 3,8%.<sup>1</sup> Es clasificado como una anomalía de número, caracterizada por la presencia de una o más piezas dentarias en exceso con respecto a la cantidad normal. Cuando la región afectada está ubicada en la línea media del paladar entre los dos incisivos centrales superiores es llamado mesiodens y este presenta una prevalencia de 0,15 a 1,9% en la población general.<sup>2,3,4</sup>

Aunque esta anomalía tiene una prevalencia significativa, su etiología no está definida. Hay tres teorías que tratan de explicar esta anomalía dental: dicotomía del germen dentario, hiperactividad de la lámina dentaria<sup>5</sup> y la combinación de factores genéticos y ambientales;<sup>1,6</sup> esto puede ocurrir como un diente único, múltiple, unilateral o bilateral y también asociado con síndromes, como el síndrome de Down y la displasia cleidocraneal.<sup>7,8</sup> Esta alteración es más común en hombres que en mujeres y es menos frecuente en la dentición primaria.

Los dientes mesiodens son asintomáticos, se pueden descubrir durante un examen radiológico de rutina o por un aumento de volumen, y cuando entran en erupción en la cavidad oral.

Sin embargo, en algunos puede traer una variedad de complicaciones, como retención, retraso en la erupción, erupción ectópica, diastemas, rotación axial y reabsorción radicular de los dientes adyacentes.<sup>7,9-11</sup> También pueden causar apiñamiento y pueden asociarse con patologías, como quistes.<sup>12</sup> Entre las complicaciones que afectan a los incisivos permanentes se encuentran las dilaceraciones de las raíces en desarrollo y la pérdida de la vitalidad.<sup>13</sup>

Por lo tanto, el diagnóstico precoz de los mesiodens es muy importante para evitar este tipo de complicaciones, utilizando exámenes clínicos y radiográficos para localizar la posición correcta y el planeamiento quirúrgico con el momento ideal para la intervención (inmediata o retardada).

## INTRODUCTION

The prevalence of supernumerary teeth varies from 0.3 to 3.8%.<sup>1</sup> It is defined as a number abnormality characterized by the excess of any tooth. When located in the midline palate between the two maxillary central incisors is termed mesiodens. And this is the most affected region with a prevalence of 0.15-1.9% in the general population.<sup>2,3,4</sup>

Even though this anomaly is highly prevalent, the etiology of supernumerary teeth has not been defined, but three theories try to explain this dental anomaly. The suggested theories include dichotomy of bud teeth, hyperactivity of the dental lamina<sup>5</sup> and a combination of genetic and environmental factors;<sup>1,6</sup> it can occur as single, multiple, unilateral or bilateral forms and in association with syndromes, such as Down syndrome or Cleidocranial dysplasia.<sup>7,8</sup> This alteration is more common in males than in females and is less frequent in the primary dentition.

Mesiodens are asymptomatic and may be discovered during routine radiological examination, when they affect the cortical bone causing increased bone volume or when they erupt in the oral cavity.

However, in some cases there can be a variety of complications including impaction, delayed eruption and ectopic eruption, crowding, diastema, axial rotation, and root resorption of adjacent teeth.<sup>7,9-11</sup> They can also cause crowding and may also be associated with pathologies like cyst.<sup>12</sup> Less commonly, they may involve the permanent incisors, including root dilacerations and loss of tooth vitality.<sup>13</sup>

Therefore, early diagnosis of mesiodens is very important to prevent such complications, with clinical and radiographic examinations to locate the correct position of mesiodens and design surgical removal in the ideal time for intervention (immediate or delayed).

La clasificación de los supernumerarios se puede establecer de acuerdo a la posición; cuando están presentes en la región de los incisivos son llamados mesiodens, cuando están presentes al lado de un molar, se llaman paramolares, y distomolares cuando están distales al tercer molar.<sup>12</sup>

Existen dos tipos de tratamiento para esta anomalía. Cuando el diente supernumerario no afecta otras estructuras y la exodoncia puede hacer daño al sitio o a las estructuras vecinas, se realiza un seguimiento clínico y radiográfico. La otra opción es la exodoncia en los casos en que el diente supernumerario está afectando a las estructuras o dientes vecinos, por indicación de ortodoncia, por aumento de volumen del hueso cortical que crea una incomodidad para el paciente, o incluso cuando la erupción se produce en la cavidad oral.

## REPORTE DE CASO

Una niña de 8 años de edad fue remitida al Departamento de Cirugía y Traumatología Maxilofacial, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Campinas, São Paulo, Brasil, con queja de aumento de volumen en el paladar y dolor al masticar. En la exploración intraoral había un aumento de volumen en la región anterior del paladar y sin alteración de color de la mucosa. La paciente presenta dentición mixta normal y sin presencia de otras alteraciones (Figura 1). No había señales de ningún síndrome.

Supernumerary teeth can be classified based on position: mesiodens: occurring in the incisor region, paramolar: occurring besides a molar, and distomolar: occurring distal to the last molar.<sup>12</sup>

There are two types of treatment for this anomaly: clinical and radiological follow up, when the supernumerary tooth will not affect other structures; the other option is surgical removal, in which the supernumerary tooth is affecting neighboring structures or teeth, orthodontic indication, bulging cortical bone that creates discomfort to the patient or even when rash occurs in the oral cavity.

## CASE REPORT

An 8-year-old girl was referred to the surgery department with complaints of swelling in the palate and pain when masticating. The intraoral examination showed swelling in the anterior palatal region without no mucosa color alteration. The patient had normal mixed dentition with no other abnormalities (Figure 1). There were no signs of syndromes.



*Figura 1. Aspecto clínico de la cavidad oral, con aumento de volumen en la región de los incisivos*

*Figure 1. Clinical aspect of the oral cavity pre-surgery, with palatal swelling in the region of the incisors*

Se solicitó una radiografía periapical, utilizando la técnica de Clark (Figura 2), para una mejor visualización y planificación del tratamiento. Se llevó a cabo una tomografía computarizada cone beam (CBCT), en la cual se observó la presencia de dos dientes supernumerarios entre los incisivos centrales (mesiodens), uno de ellos en posición invertida. Observamos que no hay reabsorción en las raíces de los dientes permanentes ni evidencias de patologías asociadas (Figura 3).

A periapical radiograph was requested and analyzed by means of the Clark radiographic technique (Figure 2) and for better visualization and planning a cone-beam computed tomography (CBCT) was taken, confirming the presence of two supernumerary teeth between central incisors (mesiodens) in inverted position. Also, there was not root resorption of the permanent roots of this region and no evidences of associated pathologies (Figure 3).



*Figura 2. Radiografía periapical en la que se observan los dientes supernumerarios*

**Figure 2. Intraoral periapical radiograph showing conical mesiodens**



*Figura 3. Imagen tomográfica en la que se observa la localización y posición de los supernumerarios*

**Figure 3. CT scan showing the position and location of the supernumerary teeth**

Como medicación preoperatoria utilizamos anti-inflamatorio (1 tableta de Dexametasona 4 mg) y ansiolíticos (1/2 pastilla de 7,5 mg de Midazolam), los dos medicamentos una hora antes de la exodoncia.

La cirugía fue realizada con anestesia local (lidocaína 2% con epinefrina 1:100.000), utilizando la técnica infiltrativa para la región vestibular, después en la papila entre los incisivos centrales, y finalmente en el foramen nasopalatino. El acceso se hizo por la región palatina, basados en la imagen que mostraban los exámenes de imagen. La incisión fue realizada de canino a canino en la región palatina, efectuando un colgajo gingival a lo largo del surco gingival hasta el borde libre, siguiendo el festoneado y seccionando las papilas, respetando la anatomía del reborde y los cuellos dentarios; para ello se utilizó una lámina de bisturí número 15 (Figura 4). Después de rebatir el colgajo, no se logró la visualización de los elementos dentales y se hizo una ostectomía en la región para exponer una parte de los dientes (Figura 5), utilizando un elevador recto para la extracción; la cirugía fue realizada sin imprevistos. Aprovechando el procedimiento quirúrgico, se llevaron a cabo las exodoncias simples de los incisivos laterales superiores deciduos. A continuación, la región se suturó con seda simple 4.0 (Figura 6).

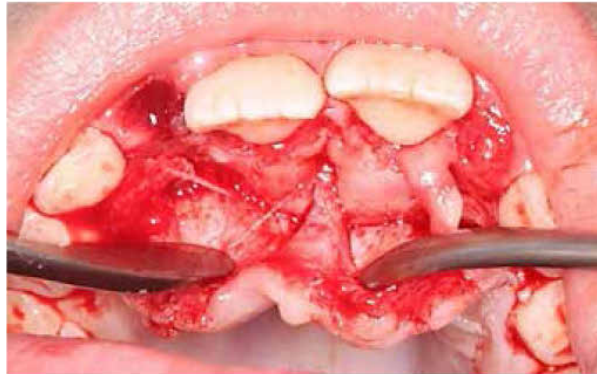
A la paciente se le indicó usar antiinflamatorios (1 Dexametasona de 4 mg por vía oral, antes de dormir). Después de 7 días se retiraron las suturas. Se solicitó una imagen de control para verificar la erupción dentaria, el compromiso de estructuras adyacentes y la formación ósea en la región (Figura 8).

Therefore, a surgical procedure was planned. Pre-operative anti-inflammatory therapy (1 tablet of dexamethasone 4 mg) and anxiolytic (1/2 tablet of midazolam 7.5 mg) were used one hour in advance.

The surgery was performed with local anesthesia (lidocaine 2% epinephrine 1:100.000), using the infiltrative technique first in the vestibular region, later in the papilla between the central incisors and finally in the palatal region in the nasopalatine nerve. The access was performed by the palate due the image shown in the radiographic examination. Using a number 15 scalpel blade, an incision was made resulting in a flap without relaxing from right canine to left canine (Figure 4). After detaching the flap, visualization of the dental elements was not possible and ostectomy was necessary to expose a portion of the teeth (Figure 5). Using the opportunity of this surgical procedure, simple extraction of the primary upper lateral incisors was performed. The surgical area was sutured with silk thread 4.0 (Figure 6).

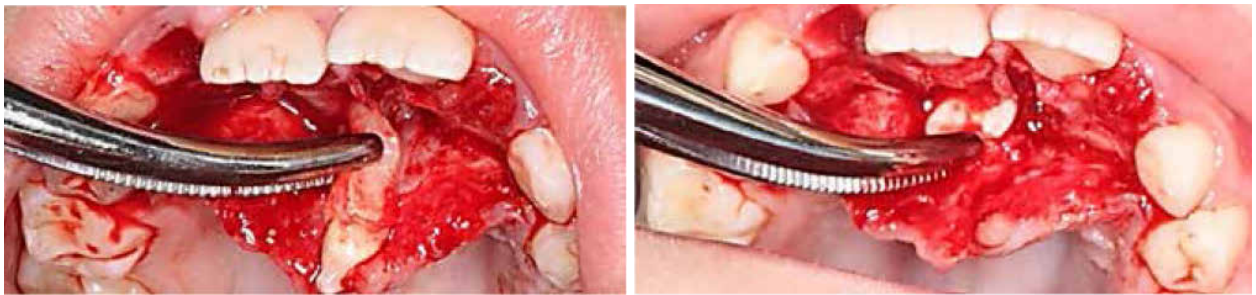
The patient was prescribed anti-inflammatories (1 dexamethasone 4 mg orally before going to bed). The sutures were removed 7 days later. A control image was requested to verify tooth eruption, adjacent structures compromise, and bone formation in the area (Figure 8).





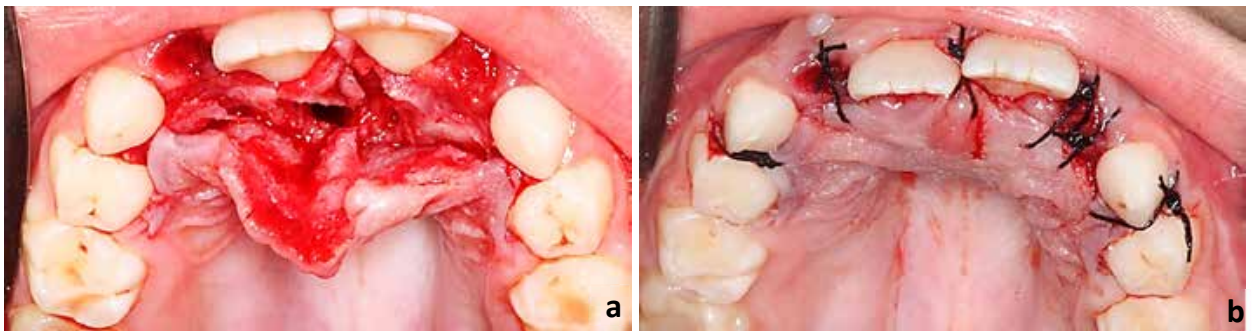
*Figura 4. Aspecto del sitio con los dientes supernumerarios incluidos*

*Figure 4. Aspect of the site with supernumerary teeth included*



*Figura 5. Remoción de dientes supernumerarios*

*Figure 5. Removal of supernumerary teeth*



*Figura 6. a. Aspecto del área quirúrgica después de la exodoncia. b. Sutura con seda 4.0.*

*Figure 6. a. Aspect of surgical site after removal of supernumerary teeth. b. Surgical wound after simple suture with silk thread 4.0.*



Figura 7. Dientes extraídos en la cirugía.

Figure 7. Supernumerary teeth and lateral incisors extracted

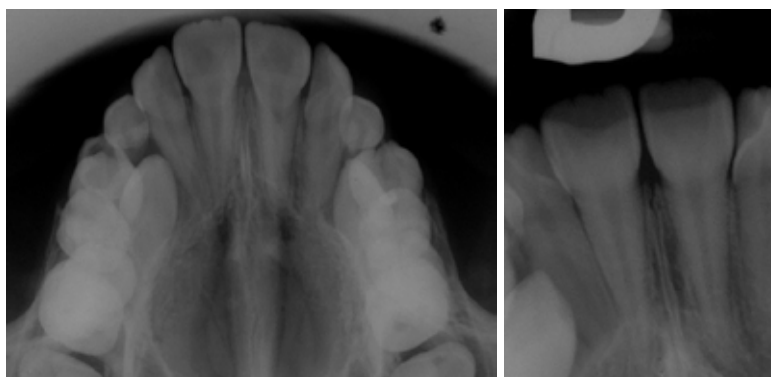


Figura 8. Radiografía posoperatoria sin daño a los dientes ni a las estructuras circundantes.

Figure 8. Postoperative radiograph showing no damage to surrounding teeth and/or structures

## DISCUSIÓN

Los dientes mesiodens son los más comunes entre los dientes supernumerarios, ubicados mesialmente con respecto a los dos incisivos centrales, en una posición normal o invertida.<sup>14</sup> Ambas denticiones se ven afectadas, pero en la segunda dentición su prevalencia es superior que en la primaria.<sup>15</sup> Muchos estudios muestran que la presencia de mesiodens afecta a los hombres más que a las mujeres, en una relación 2:1.<sup>13, 16, 17</sup> Huang y colaboradores encontraron una relación entre géneros de 2,5:1, a favor del género masculino.<sup>18</sup>

## DISCUSSION

Mesiodens are the most common among supernumerary teeth, located mesial to both central incisors; appearing peg shaped, in a normal or inverted position.<sup>14</sup> Both dentitions are affected, but prevalence in the permanent dentition is higher than in the primary one.<sup>15</sup> Many studies have shown that mesiodens affect boys more than girls (2:1);<sup>13, 16, 17</sup> Huang et al found a sex ratio as 2.5:1 in favor of boys.<sup>18</sup>

Este tipo de anomalía puede ser descubierta por una queja presentada por el paciente, cuando éste busca tratamiento ortodóntico, o por aumento de volumen óseo, con mayor frecuencia en la región anterior del paladar. Los mesiodens son diagnosticados a menudo por exámenes radiográficos de rutina.<sup>17</sup>

Un retraso en la erupción, o una erupción ectópica o asimétrica de los incisivos centrales, deben alertar al clínico sobre la posibilidad de un mesiodens. Para observarlos, el odontólogo debe obtener radiografías precisas, como la panorámica, las periapicales y las oclusales.<sup>2</sup> Un examen radiológico es importante para la planificación, el diagnóstico y un tratamiento correcto. También es útil un examen radiográfico en varios ángulos con la técnica de Clark, usando dos diferentes posiciones, una periapical ortorradial y otra mesio o distorradial. Esta técnica puede ayudarnos a estimar la ubicación exacta de los dientes, especialmente en casos de mesiodens impactados.<sup>19</sup> Para una precisa vista en la región incisiva, una radiografía oclusal es útil; hoy en día, la CBCT muestra la posición y localización exacta de los mesiodens, pero es un examen con alto costo.

Los dientes mesiodens pueden causar diversas complicaciones, sobre todo cuando los dientes no erupcionan y afectan a los incisivos maxilares, como absorción radicular, rotación axial, apiñamiento, diastemas o quistes dentígeros.<sup>11, 17</sup> En este caso, el mesiodens estaba causando un abultamiento en la región anterior del paladar, dificultando la alimentación y causando un ligero diastema entre los incisivos centrales permanentes. Una vez el mesiodens se ha diagnosticado, se debe planificar el tratamiento, sea quirúrgico o de seguimiento.

En niños y adolescentes, se ha recomendado la extracción para evitar cambios en la oclusión dental, así como la formación de quistes. Yague-García y colaboradores hicieron énfasis en la eliminación temprana de los dientes supernumerarios, a fin de prevenir complicaciones.<sup>20</sup>

This type of anomaly can be discovered as a result of patient's complaint or when they seek treatment for malocclusion or by bony swelling, most commonly in the anterior palatal region. The impacted mesiodens are often diagnosed by radiographic examination.<sup>17</sup>

Delayed, ectopic or asymmetric eruption of the central incisors should alert the clinician to the possibility of a mesiodens. The clinician should obtain accurate radiographs including panoramic, periapical and occlusal views.<sup>2</sup> A radiological examination is critical for correct diagnosis and treatment planning. A thorough radiographic examination at various angles with the Clark radiographic technique using 2 positions may help estimating the exact location of the tooth, especially in cases of impacted mesiodens.<sup>19</sup> For a precise view in the incisor region, an anterior occlusal or a periapical radiograph is also helpful, but nowadays CBCT shows the correct position and localization of mesiodens, but it is an expensive technique.

Mesiodens can cause a variety of complications, mainly when unerupted teeth affect the maxillary incisors, root resorption, axial rotation or displacement, diastema and dentigerous cyst formation.<sup>11, 17</sup> In the case, the mesiodens was causing a bulge in the anterior region of the palate, causing difficult swallowing and a slight diastema between the permanents central incisors. Once a mesiodens has been diagnosed, treatment should be planned.

In children and adolescents, extraction has been recommended to prevent occlusal changes as well as cyst formation. Yague-García et al emphasized on early removal of supernumerary teeth in order to prevent complications.<sup>20</sup>

Por lo tanto, después de un examen clínico y radiográfico, si es necesario extraer un supernumerario, esto se hará en el momento apropiado; de esta forma se promoverá una mejor alineación de los dientes, lo cual reduce la necesidad de un tratamiento ortodóntico o una alteración en los dientes adyacentes.

En los casos de supernumerarios sin patología y que no interfieran con el movimiento de ortodoncia, ni que tengan la posibilidad de hacer daño a los dientes adyacentes, pueden ser dejados in situ, pero es importante hacer un control radiográfico periódico.

## CONCLUSIÓN

Entre los dientes supernumerarios, los mesiodens son los más prevalentes en la dentición mixta. Conociendo el gran número de pacientes con esta anomalía, es importante conocer los signos y síntomas (inflamación, cambios en el color de la mucosa, ausencia de dientes, dificultad en el habla) y realizar un detallado análisis de las imágenes, que son de gran importancia para un diagnóstico correcto (posición y ubicación) y para la planificación quirúrgica, mejorando así la eficacia y rapidez de este procedimiento, que es realizado típicamente en pacientes pediátricos. Después de la cirugía, es muy importante hacerle seguimiento al paciente mediante exámenes clínicos y radiográficos para descartar la posibilidad de daño a los dientes y/o estructuras circundantes.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CORRESPONDENCIA

Eder Alberto Sigua-Rodriguez  
University of Campinas – UNICAMP  
(+55 19) 2106 5325

Therefore, after a clinical and radiographic examination, if extraction of a supernumerary is necessary, it should be performed at an appropriate time to promote self-eruption in early mixed dentition; this will result in better teeth alignment and can minimize the need for orthodontic treatment or any alteration in adjacent teeth.

In cases of unerupted supernumerary teeth with no pathology or possible harm to adjacent teeth not interfering with the orthodontic movement, they can be left in situ, but it is important to perform periodic radiographic control.

## CONCLUSION

Among supernumerary teeth, mesiodens is the most prevalent mixed dentition. Given the large number of patients with this anomaly, knowing the signs and symptoms (swelling, changes in mucosa color, absence of teeth, difficulty in speech), as well as performing the appropriate and detailed image analysis, is critical for correct diagnosis (position and location) and for the surgical planning to be effective and faster, as this procedure is typically done in pediatric patients. After surgery, it is very important to follow the patient with clinical and radiographic examination to discard the possibility of damage to surrounding teeth and/or structures.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

## CORRESPONDING AUTHOR

Eder Alberto Sigua-Rodriguez  
University of Campinas – UNICAMP  
(+55 19) 2106 5325

edersiguadont@gmail.com  
 Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis.  
 P.O. Box 52, University of Campinas – UNICAMP.  
 Zip code: 13414-903, Piracicaba  
 São Paulo, Brazil.

edersiguadont@gmail.com  
 Piracicaba Dental School, Department of Oral  
 Diagnosis. P.O. Box 52, University of Campinas –  
 UNICAMP. Zip code: 13414-903, Piracicaba  
 São Paulo, Brazil.

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Alberti G, Mondani PM, Parodi V. Eruption of supernumerary permanent teeth in a sample of urban primary school population in Genoa, Italy. *Eur J Pediatr Dent* 2006; 7(2): 89-92.
2. Russell KA, Folwarczna MA. Mesiodens - diagnosis and management of a common supernumerary tooth. *J Can Dent Assoc* 2003; 69(6): 362-366.
3. Zhu JF, Marcushamer M, King DL, Henry RJ. Supernumerary and congenitally absent teeth: a literature review. *J Clin Pediatr Dent* 1996; 20(2): 87-95.
4. Alaçam A, Bani M. Mesiodens as a risk factor in a treatment of trauma cases. *Dent Traumatol* 2009; 25(2): e25-e31.
5. Levine N. The clinical management of supernumerary teeth. *J Can Dent Assoc* 1961; 28: 297-303.
6. Luten JR Jr. The prevalence of supernumerary teeth in primary and mixed dentitions. *J Dent Child* 1967; 34(5): 346-353.
7. Meighani G, Pakadaman A. Diagnosis and management of supernumerary (mesiodens): a review of the literature. *J Dent Tehran Uni Med Sci* 2010; 7(1): 41-49.
8. Daskalogiannakis J, Piedade L, Lindholm TC, Sándor GK, Carmichael RP. Cleidocranial dysplasia: 2 generations of management. *J Can Dent Assoc* 2006; 72(4): 337-342.
9. Sykaras SN. Mesiodens in primary and permanent dentitions. Report of case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1975; 39(6): 870-874.
10. Ferrés-Padró E, Prats-Armengol J, Ferrés-Amat E. A descriptive study of 113 unerupted supernumerary teeth in 79 pediatric patients in Barcelona. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009; 14 (3): E146-152.
11. Gallas MM, García A. Retention of permanent incisors by mesiodens: a family affair. *Br Dent J* 2000; 188(2): 63-64.
12. Garvey MT, Barry HJ, Blake M. Supernumerary teeth—an overview of classification, diagnosis and management. *J Can Dent Assoc* 1999; 65(11): 612-616.
13. Choi HM, Han JW, Park IW, Baik JS, Seo HW, Lee JH et al. Quantitative localization of impacted mesiodens using panoramic and periapical radiographs. *Imaging Sci Dent* 2011; 41(2): 63-69.
14. Jung YH, Nah KS, Cho BH. The relationship between the position of mesiodens and complications. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2008; 38(2): 103-107.
15. Khandelwal V, Nayak AU, Naveen RB, Ninawe N, Nayak PA, Sai Prasad SV. Prevalence of mesiodens among six- to seventeen-year-old school going children of Indore. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2011; 29(4): 288-293.
16. Mukhopadhyay S. Mesiodens: a clinical and radiographic study in children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2011; 29(1): 34-38.
17. Langland OE, Langlais RP, McDavid WD, Del Balso AM. *Panoramic radiology*. 2 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989.
18. Huang WH, Tsai TP, Su HL. Mesiodens in the primary dentition stage: a radiographic study. *ASDC J Dent Child* 1992; 59(3): 186-189.
19. Verma L, Gauba K, Passi S, Agnihotri A, Singh N. Mesiodens with an unusual morphology. A case report. *J Oral Health Community Dent* 2009; 3(2): 42-44.
20. Yague-Garcia J, Berini-Aytes L, Gay-Escoda C. Multiple supernumerary teeth not associated with complex syndromes: a retrospective study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009; 14(7): E331-336.

# ACTIVIDADES DE LA FACULTAD THE SCHOOL'S ACTIVITIES



## CÁTEDRA ABIERTA ÓSCAR JAVIER RESTREPO 2016-II

### ÓSCAR JAVIER RESTREPO OPEN LECTURES 2016-II



Diecisiete años continuos de programación académica orientada hacia la actualización de los profesionales.

Viernes de 7:00 a 8:00 a.m., en el auditorio principal de la Facultad de Odontología, piso 3. Entrada Libre.

| Fecha                    | Tema   | Expositor  |
|--------------------------|--|--|
| 22 de julio de 2016      | Ortopedia funcional                                | Dra. Diana Gaviria   |
| 16 de septiembre de 2016 | Impresiones en prótesis totales implantosoportadas | Dr. Francisco Zea. Rehabilitador oral                                |
| 11 de noviembre de 2016  | Autotrasplante y reimplante intencional            | Dr. David Arango. Periodoncista<br>Dr. Felipe Restrepo. Endodoncista |

### PROGRAMACIÓN ACADÉMICA

- Congreso internacional UdeA-CES. “Una sonrisa saludable comienza al nacer (salud bucal durante la gestación y la primera infancia)”  
29 y 30 de julio de 2016, Teatro Universidad CES
- XXIII Encuentro de Egresados: “Odontología estética integral” (Dr. Luis Javier Jiménez)  
26 de agosto de 2016, 3:00 p.m. Auditorio principal, piso 3
- 45<sup>avo</sup> Simposio Internacional “Avances en biología y tratamiento de la ortodoncia”  
20 y 21 de octubre de 2016, Auditorio principal Centro Comercial Almacentro
- XXIV Encuentro de Egresados: “Radiología de última generación” (Dra. María Isabel Pérez. Radióloga)  
25 de noviembre de 2016, 3:00 p.m. Auditorio principal, piso 3

Mayor información en la Oficina de Extensión de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia  
Teléfono: (+574) 219 67 60  
Correo electrónico: educacioncontinuaodontologia@udea.edu.co

Seventeen continuous years of academic programs for professional development

Fridays 7:00–8:00 a.m., Auditorium – School of Dentistry, 3<sup>rd</sup> Floor. Free Admission

| Date               | Subject  | Speaker  |
|--------------------|--|--|
| July 22, 2016      | Functional orthopedics                           | Dr. Diana Gaviria  |
| September 16, 2016 | Impressions in implant-supported full prosthesis | Dr. Francisco Zea. Oral Rehabilitator                              |
| November 11, 2016  | Autograft and intentional re-implant             | Dr. David Arango. Periodontist<br>Dr. Felipe Restrepo. Endodontist |

### ACADEMIC AGENDA

- International UdeA-CES Conference. “A healthy smile starts at birth (oral health during gestation and early infancy)”  
July 29-30, 2016, Teatro Universidad CES
- 22<sup>nd</sup> Alumni Conference: “Comprehensive Esthetic Dentistry” (Dr. Luis Javier Jiménez)  
August 26, 2016, 3:00 pm. Main Auditorium, 3rd Floor
- 45<sup>th</sup> International Symposium. “Advances in biology and orthodontic treatment”  
October 20-21, 2016. Main Auditorium, Almacentro Shopping Center
- 24<sup>nd</sup> Alumni Conference: “Radiology of the latest generation” (Dra. María Isabel Pérez. Radiologist)  
November 25, 2016, 3:00 pm. Main Auditorium, 3<sup>rd</sup> Floor.

Further information: Community Outreach Office – School of Dentistry, Universidad de Antioquia  
Phone: (+574) 219 67 60  
Email: educacioncontinuaodontologia@udea.edu.co

*“Esta Revista contó con el Aporte del Fondo de apoyo para la publicación de las revistas especializadas de la Universidad de Antioquia”*



## COLCIENCIAS

Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas

*La Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*

está reconocida en el Escalafón del Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología.

**COLCIENCIAS en la Categoría A2.**

Este escalafón hace referencia al cumplimiento de criterios científicos y académicos por parte de las publicaciones científicas seriadas, que participan en la convocatoria.



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1803

### Facultad de odontología Universidad de Antioquia

Para la Facultad de odontología de la Universidad de Antioquia es muy importante mantenerse en contacto con sus egresados, por tal motivo lo invitamos a actualizar sus datos.



Nombres y apellidos: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Favor entregar esta información en la Oficina de Comunicaciones de la Facultad o enviarla al correo electrónico

[comunicadorafdeo@gmail.com](mailto:comunicadorafdeo@gmail.com)

Impreso por la Editorial L. Vieco s.A.S.  
diciembre 2016



# Contenido

POLÍTICA EDITORIAL E INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES. 3

EDITORIAL. 11

## ARTÍCULOS ORIGINALES DERIVADOS DE INVESTIGACIÓN

**Cambios dimensionales de los tejidos duros y blandos en sitios post-exodoncia. Evaluación de dos biomateriales.** *María Catalina Castaño Granada, Natalia Roldán Tamayo, Jorge Alberto Arismendi Echavarría, Sandra Cristina Calle Muñoz.* 13

**Efectividad de la estabilidad dentaria y oclusal con dos tipos de retenedores.** *Sandra Liliana Gómez Gómez, Luis Fernando Salazar Quiceno, Diego Alejandro Guisao, Jhon Jairo Betancur Pérez, Ángela María Segura Cardona.* 34

**Corrosión de nitinol bajo tensiones de fuerza en fluido fisiológico simulado con y sin fluoruros.** *Nerly Montañez, Darío Peña, Ronel Cardozo, Martha Faria, Bayron Montero, Gisseth Sánchez, Erika Zambrano.* 54

**Técnica de reacción de polimerasa en cadena (QPCR) en tiempo real para la identificación y cuantificación de *streptococcus mutans* en saliva y biopelícula dentaria de niños.** *Gustavo Moncada, Lorena Del Carmen Duperat, Patricia Palma, Gino Corsini, Miguel Neira, Evelyn Reyes, Osmir Batista Oliveira Junior, Simone Faleiros, Valeria Gordan, Ismael Yévenes.* 71

**Comparación de la resistencia a la descementación y el tipo de falla de tres cementantes de bandas en ortodoncia.** *Liliana Andrea Piedra Sarmiento, María Claudia Ariza Salas, Humberto José Guzmán Báez, Fernando Zárate Cadena.* 95

**Centro de presión plantar y balance postural en función de la anteposición de cráneo.** *Pamela León Molina, Patricio Pincheira-barbé, Alfredo Gary-bufadel, Edwin Contreras-acevedo, Raúl Frugone-zambra.* 112

**Asociación de caries de infancia temprana con factores de riesgo en hogares comunitarios del instituto colombiano de bienestar familiar en Zipaquirá, Colombia.** *Carmenza Macías, Diana Díaz, Marta Caycedo(†), Francisco Lamus, Carlos Rincón.* 123

## REVISIÓN DE LITERATURA

**Retenedores fijos en ortodoncia. Revisión sistemática.** *Isaac Wasserman, Karina Ferrer, Jesús Gualdrón, Nancy Jiménez, Laura Mateos.* 139

## REVISIÓN DE TEMA

**El profesionalismo en la formación odontológica.** *Marcela Alcota, Pilar Ruiz De Gauna, Fermín E. González.* 158

**Probióticos y su relación con el control de caries. Revisión de tema.** *María Del Pilar Angarita Díaz.* 179

## CASOS CLÍNICOS

**Apicectomía y obturación retrógrada como tratamiento de un granuloma periapical. Informe de caso.** *Daniela Villarreal Arango, Jacobo Ramos Manotas, Antonio Díaz Caballero.* 203

**Mesiodens. Reporte de caso.** *Karina Giovanetti, Eder Alberto Sigua-rodríguez, Larissa Pacheco, Evandro Portela Figueiredo, Jose Ricardo Albergaria-barbosa.* 210

ACTIVIDADES DE LA FACULTAD. 220

# Contents

EDITORIAL POLICY AND INSTRUCTIONS TO AUTHORS. 3

EDITORIAL. 11

## ORIGINAL ARTICLES DERIVED FROM RESEARCH

**Dimensional changes of hard and soft tissues in post-extraction sites. Evaluation of two biomaterials.** *María Catalina Castaño Granada, Natalia Roldán Tamayo, Jorge Alberto Arismendi Echavarría, Sandra Cristina Calle Muñoz.* 13

**Effectiveness of two retainer types in dental and occlusal stability.** *Sandra Liliana Gómez Gómez, Luis Fernando Salazar Quiceno, Diego Alejandro Guisao, Jhon Jairo Betancur Pérez, Ángela María Segura Cardona.* 34

**Nitinol corrosion under force stresses in simulated physiological fluid with and without fluorides.** *Nerly Montañez, Darío Peña, Ronel Cardozo, Martha Faria, Bayron Montero, Gisseth Sánchez, Erika Zambrano.* 54

**Real-time quantitative polymerase chain reaction (QPCR) for the identification and quantification of *streptococcus mutans* in saliva and dental biofilm in children.** *Gustavo Moncada, Lorena Del Carmen Duperat, Patricia Palma, Gino Corsini, Miguel Neira, Evelyn Reyes, Osmir Batista Oliveira Junior, Simone Faleiros, Valeria Gordan, Ismael Yévenes.* 71

**Comparison of debonding resistance and failure type of three orthodontic band cements.** *Liliana Andrea Piedra Sarmiento, María Claudia Ariza Salas, Humberto José Guzmán Báez, Fernando Zárate Cadena.* 95

**Plantar center of pressure and postural balance according to head anteposition.** *Pamela León Molina, Patricio Pincheira-barbé, Alfredo Gary-bufadel, Edwin Contreras-acevedo, Raúl Frugone-zambra.* 112

**Association of early childhood caries with risk factors at community homes of instituto colombiano de bienestar familiar in Zipaquirá, Colombia.** *Carmenza Macías, Diana Díaz, Marta Caycedo(†), Francisco Lamus, Carlos Rincón.* 123

## LITERATURE REVIEW

**Orthodontic fixed retainers. A systematic review.** *Isaac Wasserman, Karina Ferrer, Jesús Gualdrón, Nancy Jiménez, Laura Mateos.* 139

## REVIEW ARTICLE

**Professionalism in dental education.** *Marcela Alcota, Pilar Ruiz De Gauna, Fermín E. González.* 158

**Probiotics and their relationship with caries control. A topic review.** *María Del Pilar Angarita Díaz.* 179

## CASE REPORT

**Apicoectomy and retrograde filling as periapical granuloma treatment. A case report.** *Daniela Villarreal Arango, Jacobo Ramos Manotas, Antonio Díaz Caballero.* 203

**Mesiodens. A case report.** *Karina Giovanetti, Eder Alberto Sigua-rodríguez, Larissa Pacheco, Evandro Portela Figueiredo, Jose Ricardo Albergaria-barbosa.* 210

THE SCHOOL'S ACTIVITIES. 220

