

# Biodentine: Un nuevo material en terapia pulpar

*Biodentine: A New Material for Pulp Therapy*

## **Sandra Hincapié Narváez**

Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Especialista en Odontología Pediátrica, especialista en Docencia Universitaria, especialista en Epidemiología Clínica, docente de pregrado y posgrado, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

## **Andreína Lis Valerio Rodríguez**

Odontóloga, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Rómulo Gallegos, San Juan de Los Moros, Venezuela. Especialista en Odontología Pediátrica, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. Práctica privada.

## **RESUMEN**

*Antecedentes:* En los últimos años se han venido dando a conocer nuevos métodos y medicamentos en terapia pulpar en dentición temporal. Entre ellos se encuentra el Biodentine®, que es un nuevo cemento de silicato de calcio con propiedades de biocompatibilidad y bioactividad que, en contacto directo con el tejido pulpar, induce el desarrollo de dentina reparativa y logra el mantenimiento de la vitalidad y función del tejido. *Objetivo:* Presentar el reporte de un caso de una pulpotomía con Biodentine® en un molar decíduo y restaurado con corona de acero. *Resultados:* Al seguimiento de 6, 12 y 18 meses se evidenció éxito clínico y radiográfico del procedimiento. *Conclusión:* El Biodentine® podría ser considerado un medicamento efectivo y prometedor en tratamiento de pulpotomía en dentición temporal. Sin embargo, es necesario realizar estudios clínicos a largo plazo para que este material se convierta en un medicamento en la práctica clínica.

## **PALABRAS CLAVE**

Biodentine; dentición primaria; pulpotomía; terapia pulpar

## **ÁREAS TEMÁTICAS**

Endodoncia; materiales dentales

## **ABSTRACT**

*Background:* New methods and medicaments in primary teeth pulp therapy have been released earlier this century. One of them is Biodentine®, a new calcium silicate cement with bioactivity and biocompatibility properties in direct contact with the pulp tissue that induces the development of reparative dentin and maintains the tissue vital and functional. *Objective:* To present a case where Biodentine® was used to conduct a pulpotomy in an deciduous molar that was restored with a stainless steel crown. *Results:* The follow-up at 6, 12, and 18 months showed clinical and radiographic success the therapy. *Conclusion:* Biodentine® is an effective and promising material for use in pulpotomy in primary dentition. However, it is necessary to carry out long-term studies before it is introduced to the clinical practice.

## **KEYWORDS**

Biodentine; primary teeth; pulp therapy; pulpotomy

## **THEMATIC FIELDS**

Endodontics; dental materials

## **CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO**

Hincapié S, Valerio AL. Biodentine: una nueva propuesta en terapia pulpar. Univ Odontol. 2015; 34(73): 69-76. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.uo34-73.bmtp>

doi:10.11144/Javeriana.uo34-73.bmtp

Recibido para publicación: 30/04/2015  
Aceptado para publicación: 17/12/2015  
Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/universitasodontologica>

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la terapia pulpar vital para el tratamiento de las lesiones pulpares reversibles en los dientes permanentes y primarios es el mantenimiento de la vitalidad y la función de la pulpa (1). En dentición decidua es importante preservar el diente hasta que su tiempo de exfoliación natural se complete para preservar así la integridad del arco dental (2). El recubrimiento pulpar directo y la pulpotomía en los casos de exposición pulpar es uno de los enfoques terapéuticos de la terapia pulpar vital. La pulpotomía continúa siendo el tratamiento más común para las pulpas expuestas por caries en los molares deciduos. La Academia Estadounidense de Odontología Pediátrica define la pulpotomía como la amputación del tejido pulpar infectado o afectado en la que se deja un tejido residual vital para preservar la vitalidad y su función (3). La idea de la pulpotomía parte de la suposición de que la inflamación y la alteración de la vascularización causada por la invasión bacteriana se limitan a la parte superficial de la pulpa coronal, mientras que la pulpa radicular estaría aún normal. La meta es conservar el diente en un estado funcional en cuanto a masticación, fonación, deglución y estética (4).

En el caso de exposición pulpar, la pulpa amputada se puede reparar por sí misma o después de la aplicación de materiales de recubrimiento (1,5-7). La exposición de la pulpa causada por la caries muestra un potencial muy limitado para la recuperación como resultado de la infección bacteriana durante un periodo sustancial, lo que afecta la reacción de defensa (1). Durante la reparación del tejido pulpar, el potencial dentinogénico de las células pulpares se puede expresar a través de los procesos de proliferación, migración y diferenciación de las células progenitoras, dando a lugar a una nueva generación de células reparadoras (similares a los odontoblasto) (8,9).

Las características ideales de un medicamento para la pulpotomía incluyen tener propiedades bactericidas, ser biocompatible, promover de la cicatrización de la pulpa radicular, ayudar a la regeneración del complejo dentinopulpar y no interferir en los procesos fisiológicos de la reabsorción radicular (10). Entre los mecanismos de acción de estos medicamentos se encuentran desvitalización, preservación y regeneración (11). Respecto de este último, los medicamentos deben tener la propiedad de inducir la diferenciación de nuevos odontoblastos y, por ende, la función de la formación de dentina reparativa en la unión dentinopulpar (1,12,13). Este nuevo tejido tiene características

diferentes, pero aun así bloquea el estímulo externo previniendo la contaminación de la pulpa con microorganismos orales y manteniendo la vitalidad y función pulpar (13).

Los avances en la investigación biomédica han generado nuevos materiales para su uso en tratamientos, con miras a la regeneración del complejo dentinopulpar. Comprender los mecanismos moleculares y celulares que regulan la dentinogénesis durante la reparación de tejido dental y su potencial para la explotación clínica ha permitido tener nuevos enfoques (1).

Trabajos recientes han demostrado que cuando la dentina se ha expuesto, hay solubilización de proteínas, como el factor de crecimiento tumoral beta 1 (TGF- $\beta_1$ ), el cual puede inducir la modulación de las células del linaje odontoblastico y generar la dentinogénesis reparativa (14-16) o la estimulación directa de los odontoblastos para producir matriz extracelular y el depósito de nuevo mineral a través de una dentinogénesis reaccionaria (13,14).

La creciente y reciente investigación sobre los materiales endodónticos está encaminada a desarrollar biomateriales que estimulen la regeneración/formación de dentina y hueso (17). Las consideraciones actuales no solo se encaminan a entender la interacción entre el material y el tejido dental en términos de biocompatibilidad, sino principalmente a entender el potencial del material para modular el respuesta del tejido intervenido (4,18). Los estudios muestran que muchos factores influyen en esta interacción, al incluir la química de los materiales, la degradación de los productos y la manera como el tejido responde a estos agentes terapéuticos. Pocos materiales son realmente inertes y su uso en el medio ambiente dinámico del complejo dentinopulpar puede generar un amplio espectro de efectos fisicomecánicos y biológicos (14). En el grupo de los medicamentos regenerativos para pulpotomía se encuentran los que tienen como base el calcio en forma de hidróxido de calcio (19), como son la mezcla enriquecida de calcio, el cemento Portland, el mineral trióxido agregado (MTA), el Biodentine® (Septodont Ltd., Saint Maur des Fraussés, Francia) y el Bioagregado®. Otro grupo está conformado por los materiales que pueden ser inductivos, como vidrio bioactivo, proteínas morfogenéticas óseas, solución de colágeno enriquecido, matriz derivada de esmalte, ácido hialurónico, yodoformo y hueso liofilizado (20). Se destaca el desarrollo del MTA (ProRoot MTA, Dentsply, Tusa, OK, EE. UU.), elaborado por Torabinejad y colaboradores. Se ha recomendado para recubrimien-

to pulpar tanto para dientes permanentes como para dientes deciduos (21,22), pulpotomías (23), selle de perforaciones (20) y apexificación en dientes permanentes (21). También se usa para preservar la salud pulpar y promover la cicatrización con la regeneración de la pulpa (1,24,25).

Al tomar como referencia las propiedades del MTA y el cemento Portland, se desarrolló un material basado en silicato de calcio bajo el nombre de Biodentine® (sustituto bioactivo de dentina) en el laboratorio de la Universidad del Mediterráneo en Marsella, Francia (26,27). Entre sus componentes se encuentra una fase en polvo de silicato tricálcico con adición de carbonato de calcio como relleno y óxido de zirconio como elemento de radiopacidad (28). Tiene también una fase líquida de cloruro de calcio, agua y un agente reductor (21,29,30). Se caracteriza por ser inorgánico y no metálico (28). Las principales propiedades del material se relacionan con mejores propiedades físicas y biológicas como mejor manipulación, tiempo de fraguado rápido, resistencia a la compresión mayor, densidad incrementada, porosidad disminuida y síntesis temprana de dentina reparativa, cuando se ha comparado con el MTA (21,26,27,31-33). La acción antibacteriana del Biodentine® está determinada por los componentes de calcio, los cuales se convierten en soluciones acuosas de hidróxido de calcio. La disociación de los iones de calcio e hidroxilo aumenta el pH de la solución (34). Además, promueve un ambiente desfavorable para el crecimiento bacteriano (35). Estudios como el de Bhavana y colaboradores (36) muestran mayores zonas de inhibición para microorganismos como *Streptococcus mutans*, *Candida*, *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis*. Además, el incremento del pH y la concentración del ion de calcio mejoran su biocompatibilidad (37). Otras pruebas biológicas de este nuevo material no han reportado citotoxicidad, genotoxicidad o mutagenicidad, lo cual es de particular importancia clínica, pues indica que el material se puede colocar directamente en el tejido, donde la capa de odontoblastos ha sido destruida parcialmente, sin ningún efecto adverso sobre el proceso de la cicatrización pulpar. De hecho, por sus propiedades bioactivas, el Biodentine® podría promover la cicatrización y reparación pulpar (29,38). En estudios *in vivo* se ha observado que este material puede estimular la dentina reparadora y completar la formación de un puente sin signos de inflamación después del recubrimiento pulpar en los dientes estudiados (29).

A la fecha, no hay estudios que comparen el Biodentine® con otros materiales cuando es usado clínica-

mente en terapia pulpar. Los estudios publicados son principalmente reportes de casos, series de casos, estudios *in vitro* y ensayos en animales para comprobar las propiedades físicas, mecánicas y biológicas del material (18). Existen estudios en los cuales el Biodentine® se usa como material restaurativo. Koubi y colaboradores (39), en el 2007, publicaron un estudio de 6 meses de seguimiento del RD 94 (nombre inicial del Biodentine®) en 19 restauraciones posteriores clase I y II, el cual mostró una excelente adaptación marginal y ausencia de dolor y sensibilidad en los pacientes. Igualmente, Koubi y colaboradores (32) realizaron un estudio prospectivo a 3 años, multicéntrico, aleatorizado en 146 restauraciones clase I y II y 24 casos de recubrimiento pulpar directo que no presentaron complicaciones clínicas después de 6 meses. A los 3 años, las restauraciones mostraron un deterioro en la forma anatómica, en la adaptación marginal y en el contacto interproximal; pero todos los dientes mantuvieron su vitalidad. Estos resultados indican que el Biodentine® puede usarse como sustituto de dentina.

Se ha observado que el Biodentine® favorece la cicatrización cuando se aplica directamente sobre el tejido pulpar, pues aumenta la proliferación, la migración y la adhesión de las células pulpares madre, lo que confirma sus características bioactivas y de biocompatibilidad (40). La investigación publicada por Tran y colaboradores (41), en el 2012, documenta la inducción efectiva de dentina reparativa al utilizar el material de modo directo sobre el tejido pulpar expuesto mecánicamente en ratas. En dicho estudio se encontró que la formación del puente dentinal inducido por Biodentine® presentó características bien definidas en el sitio del daño. Asimismo, la calidad de la dentina formada presentó túbulos dentinales claramente visibles. Por su parte, Shayegan y colaboradores (22) evaluaron la respuesta pulpar de un diente deciduo de un cerdo en el que se utilizó Biodentine® como material para pulpotomía con controles a los 7, 28 y 90 días. Los resultados mostraron que a los 90 días el tejido pulpar estaba sano, libre de inflamación y evidenciaba un tejido calcificado bajo el sitio de la pulpotomía. Estos investigadores concluyen que el Biodentine® tiene propiedades bioactivas, fomenta la regeneración de tejidos duros y no hay respuesta de inflamación pulpar. Otro, el estudio realizado por Kusum y colaboradores (42), del 2015, compara la respuesta clínica y radiográfica del MTA, Biodentine® y propolis (HI-Tech Natural Products Ltd., New Delhi, India) como medicamentos para pulpotomías en dientes primarios. Dicho estudio encontró que a los 9 meses de seguimiento los dientes tratados con

MTA y Biodentine® mostraron mayor éxito clínico y radiográfico que el medicamento de propolis.

Entre los reportes de casos está el trabajo de Goupy (43), del 2012, el cual expone acerca de la utilización de Biodentine® como material de pulpotomía en un primer molar superior derecho deciduo con un seguimiento de 3 meses y muestra ausencia de lesión de furca. Otro caso es el de Villat y colaboradores (44), del 2013, para el cual los autores practicaron una pulpotomía parcial en el segundo premolar derecho con ápice inmaduro, al cual se le realizó seguimiento por 6 meses. Los hallazgos radiográficos mostraron la formación de un puente dentinal y la continuidad en el desarrollo de la raíz en un corto lapso. Por último, está el estudio de Borkar y Ataide (45), del 2015, que reportó la utilización de Biodentine® como material de pulpotomía en dientes permanentes con ápice cerrado después de sufrir trauma dentoalveolar. Los autores del estudio realizaron seguimiento durante 18 meses y encontraron normalidad clínica y radiográfica, por lo cual concluyeron que el Biodentine® se puede recomendar como medicamento para pulpotomía en dientes con trauma dentoalveolar.

El caso clínico que se presenta en este artículo describe la técnica de pulpotomía con Biodentine® en pulpa expuesta por lesión de caries en un molar deciduo con un seguimiento clínico y radiográfico de 6, 12 y 18 meses.

## REPORTE DE CASO

A la clínica de posgrado de odontología pediátrica de la Universidad El Bosque en Bogotá, Colombia, llegó para valoración una niña de 3 años de edad acompañada por su madre. Durante el interrogatorio clínico, la madre refirió que la niña no tenía antecedentes médicos familiares ni personales de relevancia.

En el examen extraoral se evidenciaron tejidos faciales dentro de los parámetros de normalidad. El examen clínico intraoral mostraba caries oclusal extensa (ICDAS 6) en el primer molar superior izquierdo (figura 1).

En el examen radiográfico se observó una imagen radiolúcida en la corona que se extendía hasta el tercio interno de la dentina y que era compatible con lesión de caries (figura 2).

Se diagnosticó como pulpitis reversible asintomática del primer molar superior izquierdo y se decidió realizar una pulpotomía con Biodentine®, el cual había

FIGURA 1  
LESIÓN DE CARIES ICDAS 6

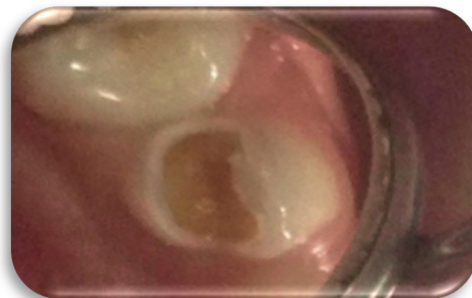


FIGURA 2  
RADIOGRAFÍA INICIAL DIENTE 64



FIGURA 3  
COLOCACIÓN BIODENTINE

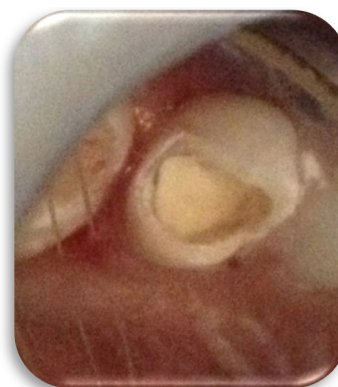


FIGURA 4  
RADIOGRAFÍA POSTOPERATORIA



FIGURA 5  
CONTROL CLÍNICO A LOS 6 MESES

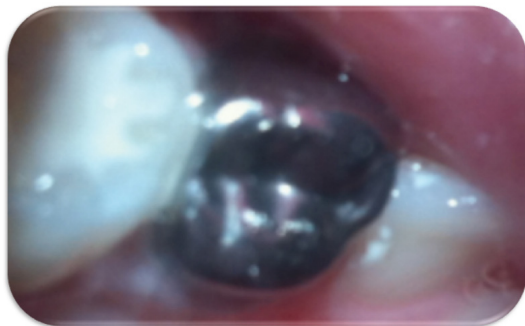


FIGURA 6  
CONTROL RADIOGRÁFICO A LOS 6 MESES



FIGURA 7  
CONTROL CLÍNICO A LOS 18 MESES



FIGURA 8  
CONTROL RADIOGRÁFICO A LOS 18 MESES



sido donado por una casa comercial estadounidense. Se explicó a la madre de la niña sobre el procedimiento que se ejecutaría y ella firmó el consentimiento informado. Durante el procedimiento se aplicó anestésico tópico durante 1 min y luego anestesia local infiltrativa (diente dependiente) en la zona del molar. Se aisló absolutamente con tela de caucho, se desfocalizó la caries con pieza de alta velocidad y fresa redonda # 3 para producir exposición pulpar. Se realizó una apertura cameral y amputación pulpar con una cucharilla estéril. Durante 5 min se llevó a cabo hemostasia con torundas de algodón estériles y humedecidas con solución fisiológica. Se preparó el medicamento Biodentine® como recomienda la casa comercial: la cápsula donde viene el polvo se agitó contra una superficie dura y luego se agregaron 5 gotas de líquido; la cápsula se colocó en un mezclador durante 30 s, utilizando la espátula proporcionada por la casa comercial para colocarlo dentro del cómpulo de aplicación y llevarlo a la cámara pulpar; se realizó compresión con condensador (figura 3); se esperaron 5 min a que fraguara para colocar ionómero de vidrio restaurativo (Fuji ®); y se tomó una radiografía de control (figura 4).

El diente se restauró con corona de acero. Se realizó control clínico y radiográfico a los 6, 12 y 18 meses, en los que se evaluaron signos y síntomas como respuesta a la percusión y palpación, presencia de fístula o inflamación de los tejidos, presencia de ensanchamiento del ligamento periodontal, reabsorción radicular patológica y pérdida ósea intrarradicular (figuras 5 a 8).

## RESULTADOS

La paciente a cuyo molar deciduo se le realizó la pulpotomía con Biodentine® no ha desarrollado dolor u otra sintomatología durante el seguimiento de los 18 meses. En las evaluaciones clínicas a los 6, 12 y 18 meses no ha presentado fístulas ni inflamación de los tejidos, tampoco dolor a la percusión o a la palpación. Radiográficamente, no se ha evidenciado ensanchamiento del ligamento periodontal, pérdida ósea intrarradicular o reabsorción radicular patológica, pero sí se evidenció la formación de un puente dentinal.

## DISCUSIÓN

La escogencia de un medicamento para los procedimientos de pulpotomía en dientes primarios se debe basar en factores como el potencial de reparación del tejido pulpar, sus propiedades antibacterianas y me-

cánicas, biocompatibilidad, citotoxicidad, estabilidad, manipulación, etc. (46). El Biodentine® es un material bioactivo con propiedades similares a la dentina que ha presentado un potencial de reparación en el tejido pulpar y no ha mostrado efectos citotóxicos sobre las células pulpares y del ligamento periodontal (31). Se considera que su mecanismo de acción es la estimulación del TGF- $\beta$ , el cual es uno de los elementos esenciales para la diferenciación de odontoblastos y es responsable de la dentinogenesis reparativa (42). Debido a esto, el Biodentine® se ha propuesto para recubrimientos pulpares y pulpotomías (47). Fue el material escogido para este caso.

La investigación realizada por Tran y colaboradores (41) muestra una inducción efectiva de dentina reparativa al utilizar el material directamente sobre el tejido pulpar expuesto mecánicamente en ratas. En este estudio se encontró que la formación del puente dentinal inducido por el Biodentine® presentó características bien definidas en el sitio del daño. Igualmente, en cuanto a la calidad de la dentina formada, se presentaron túbulos dentinales claramente visibles.

En este reporte de caso se informa de la observación de la aparición de puente dentinal. Este hallazgo también fue reportado por Villat y colaboradores (44), quienes incluyen vitalidad pulpar y ausencia de sintomatología clínica y radiográfica, al igual que Borkar y Ataide (45) y Goupy (43).

En 2012, Shayegan y colaboradores (21) publicaron un estudio sobre la respuesta celular inflamatoria y la formación de tejido calcificado después de una pulpotomía con Biodentine® en un diente primario de un cerdo. Después de 90 días, los investigadores encontraron un tejido pulpar normal sin signos de inflamación y 9 de 10 dientes mostraron un tejido calcificado debajo del sitio de la pulpotomía. Este grupo de autores concluye que Biodentine® presenta propiedades bioactivas, fomenta la regeneración del tejido calcificado, y no presenta signos de inflamación pulpar (21,48). Este reporte de caso presenta, después de 18 meses de seguimiento, un diente vital sin sintomatología clínica y radiográfica, lo cual confirma la ausencia de signos de inflamación pulpar y una respuesta similar a lo expuesto por Shayegan y colaboradores. Igualmente, el reporte de 4 casos de Borkar y Ataide (45), del 2015, en dientes permanentes maduros con trauma dentoalveolar mostró éxito clínico y radiográfico, respecto de la vitalidad pulpar. Por su parte, el estudio de Goupy (43), en el que se realizó una pulpotomía en un diente deciduo

por exposición pulpar por caries, mostró la ausencia de sintomatología clínica y radiográfica. Los hallazgos de este reporte son compatibles con los de estas publicaciones. La revisión de literatura realizada por Allazzam y colaboradores (48), y publicada en el 2015, indica que hay reportes de casos clínicos no publicados y ensayos clínicos en curso que incluyen el uso de Biodentine® como medicamento para pulpotomías. En general, el medicamento es favorable y prometedor para tratar la pulpa vital.

## CONCLUSIONES

En este reporte de caso se muestra la preservación de la vitalidad pulpar y ausencia de sintomatología clínica y radiográfica después de un seguimiento de 18 meses en un diente temporal tratado con Biodentine®. El material Biodentine® podría considerarse un medicamento prometedor para el tratamiento de pulpotomías en dentición primaria.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar más estudios clínicos prospectivos y controlados aleatorizados para obtener evidencia más sólida con respecto al medicamento Biodentine® y que pueda ser considerado un material efectivo en la terapia pulpar de la dentición primaria.

## REFERENCIAS

1. Fuks AB. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives. *J Endod.* 2008; 34(7 Suppl): S18-24.
2. Fuks AB. Current concepts in vital primary pulp therapy. *Eur Arch Paediat Dent.* 2002; 3(3): 115-20.
3. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *Pediatr Dent.* 2014; 36(6): 242-50.
4. Ounsi HF, Debaybo D, Salameh Z, Chebaro A, Bassam H. Endodontic considerations in paediatric dentistry: A clinical perspective. *Intern Dent.* 2009; 11(2): 40-50.
5. Nyborg H. Healing process in the dental pulp on capping: a morphological study - experiments on surgical lesions of the pulp in dog and man. *Acta Odontol Scand.* 1955; 13 (Suppl 16): 1-130.
6. Yamamura T. Differentiation of pulpal cells and inductive influences of various materials with reference to pulpal wound healing. *J Dent Res.* 1985; 64: 530-40.
7. Fuks AB. Pulpotomy in primary teeth. *Eur Arch Paediat Dent.* 2006; 7(3):124.
8. Fitzgerald M, Ghiego JD, Heis R. Autoradiographic analysis of odontoblasts replacement following pulp exposures in primate teeth. *Arch Oral Biol.* 1991; 35(9): 707-15.

9. Mjör IA, Dah E, Cox CF. Healing of pulp exposures: an ultrastructural study. *J Oral Pathol Med.* 1991; 20: 496-501.
10. Zhang W, Yelick PC. Vital Pulp therapy—current progress of dental pulp regeneration and revascularization. *Inter J Dent.* 2010; 2010: 856087.
11. Ranly DM, Garcia-Godoy F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dent.* 2000; 28(3): 153-61.
12. Klinge RF. A microradiographic and electron microscopic study of tertiary dentin in human deciduous teeth. *Acta Odontol Scand.* 1999; 57(2): 87-92.
13. Tziafas D, Belibasakis G, Veis A, Papadimitriou S. Dentin regeneration in vital pulp therapy: design principles. *Adv Dent Res.* 2001; 15: 96-100.
14. Ferracane JL, Cooper PR, Smith AJ. Can interaction of materials with the dentin-pulp complex contribute to dentin regeneration? *Odontology.* 2010; 98(1): 2-14.
15. Smith AJ, Lumley PJ, Tomson PL, Cooper PR. Dental regeneration and materials: a partnership. *Clin Oral Invest.* 2008; 12(2): 103-8.
16. Tomson PL, Grover LM, Lumley PJ, Sloan AJ, Smith AJ, Cooper PR. Dissolution of bio-active dentine matrix components by mineral trioxide aggregate. *J Dent.* 2007; 35(8): 636-42.
17. Caicedo R, Abbott PV, Alongi DJ, Alarcon MY. Clinical, radiographic and histological analysis of the effects of mineral trioxide aggregate used in direct pulp capping and pulpotomies of primary teeth. *Austr Dent J.* 2006; 51(4): 297-305.
18. Rajasekharan S, Martens LC, Cauwels RG, Verbeeck RM. Biodentine material characteristics and clinical applications: a review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2014; 15(3): 147-58.
19. Bergenholtz G. Advances since the paper by Zander and Glass (1949) on the pursuit of healing methods for pulpal exposures: historical perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100(2 Suppl): S102-8.
20. Tabarsi B, Parirokh M, Eghbal MJ, Haghdoost AA, Torabzadeh H, Asgary S. A comparative study of dental pulp response to several pulpotomy agents. *Int Endod J.* 2010; 43(7): 565-71.
21. Shayegan A, Jurysta C, Atash R, Petein M, Abbeele AV. Biodentine used as a pulp-capping agent in primary pig teeth. *Pediatr Dent.* 2012; 34(7): e202-8.
22. Shayegan A, Petein M, Vanden Abbeele A. The use of beta-tricalcium phosphate, white MTA, white Portland cement and calcium hydroxide for direct pulp capping of primary pig teeth. *Dent Traumatol.* 2009; 25(4): 413-9.
23. Accorinte ML, Loguercio AD, Reis A, Bauer JR, Grande RH, Murata SS, Souza V, Holland R. Evaluation of two mineral trioxide aggregate compounds as pulp-capping agents in human teeth. *Int Endod J.* 2009; 42(2): 122-8.
24. Moretti AB, Sakai VT, Oliveira TM, Fornetti AP, Santos CF, Machado MA, Abdo RC. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J.* 2008; 41(7): 547-55.
25. Holan G, Eidelman E, Fuks AB. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr Dent.* 2005; 27(2): 129-36.
26. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod.* 2012; 38(9): 1220-6.
27. Raskin A, Eschrich G, Dejou J, About I. In vitro microleakage of Biodentine as a dentin substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. *J Adhes Dent.* 2012; 14(6): 535-42.
28. Malkondu O, Karapinar Kazandag M, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *BioMed Res Int.* 2014; 2014: 160951.
29. Bachoo IK, Seymour D, Brunton P. A biocompatible and bioactive replacement for dentine: is this a reality? The properties and uses of a novel calcium-based cement. *Br Dent J.* 2013; 214(2): E5.
30. Camilleri J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *J Dent.* 2013; 41(7): 600-10.
31. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine(TM) induces TGF-beta1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J.* 2012; 45(5): 439-48.
32. Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, Lambert G. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Inv.* 2013; 17(1): 243-9.
33. Alsubait SA, Hashem Q, AlHargan N, AlMohimeed K, Alkahtani A. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, bioaggregate and biodentine. *J Contemp Dent Prac.* 2014; 15(3): 336-40.
34. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod.* 1999; 25(3): 161-6.
35. Estrela C, Estrada-Bernabe PF, de Almeida-Decurcio D, Almeida-Silva J, Rodrigues-Araujo-Estrela C, Poli-Figueiredo JA. Microbial leakage of MTA, Portland cement, Sealapex and zinc oxide-eugenol as root-end filling materials. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011; 16(3): e418-24.
36. Bhavana V, Chaitanya KP, Gandi P, Patil J, Dola B, Reddy RB. Evaluation of antibacterial and antifungal activity of new calcium-based cement (Biodentine) compared to MTA and glass ionomer cement. *J Conser Dent.* 2015; 18(1): 44-6.
37. Ding SJ, Kao CT, Shie MY, Hung C, Jr., Huang TH. The physical and cytological properties of white MTA mixed with Na2HPO4 as an accelerant. *J Endod.* 2008; 34(6): 748-51.
38. Bachoo IK, Seymour D, Brunton P. Clinical case reports using a novel calcium-based cement. *Br Dent J.* 2013; 214(2): 61-4.

39. Koubi S, Tassery H, Aboudharam G, Victor JL, Koubi G. A clinical study of a new Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>-based material for direct posterior fillings. *Eur Cells Mat.* 2007; 13(Suppl.1): 18.
40. Luo Z, Li D, Kohli MR, Yu Q, Kim S, He WX. Effect of Biodentine on the proliferation, migration and adhesion of human dental pulp stem cells. *J Dent.* 2014; 42(4): 490-7.
41. Tran XV, Gorin C, Willig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, Opsahl Vital S, Chaussain C, Boukpepsi T. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res.* 2012; 91(12): 1166-71.
42. Kusum B, Rakesh K, Richa K. Clinical and radiographical evaluation of mineral trioxide aggregate, biodentine and propolis as pulpotomy medicaments in primary teeth. *Rest Dent Endod.* 2015; 40(4): 276-85.
43. Goupy L. Biodentine™ a novel substitute for use in conservative paediatric dentistry. *Septodont.* 2012 Mar; (1): 10-6.
44. Villat C, Grosogeat B, Seux D, Farge P. Conservative approach of a symptomatic carious immature permanent tooth using a tricalcium silicate cement (Biodentine): a case report. *Res Dent Endod.* 2013; 38(4): 258-62.
45. Borkar SA, Ataide I. Biodentine pulpotomy several days after pulp exposure: Four case reports. *J Conser Dent.* 2015; 18(1): 73-8.
46. Sushynski JM, Zealand CM, Botero TM, Boynton JR, Majewski RF, Shelburne CE, Hu HC. Comparison of gray mineral trioxide aggregate and diluted formocresol in pulpotomized primary molars: a 6- to 24-month observation. *Pediatr Dent.* 2012; 34(5): 120-8.
47. Priyalakshmi S, Ranjan M. Review on Biodentine-A Bioactive Dentin Substitute. *J Dent Med Sci.* 2014; 13(1): 51-7.
48. Allazzam SM, Alamoudi NM, Adb E O, Meligy SE. Clinical applications of Biodentine in pediatric dentistry: a review of literature. *J Oral Hyg Health.* 2015; 3(3): 1-6.

## CORRESPONDENCIA

Sandra Hincapié Narváez  
hincapiesandra@gmail.com

Andréina Lis Valerio Rodríguez  
andreinavalerio@hotmail.com