

Nanodontología: el Futuro de la Odontología Basada en Sistemas Nanotecnológicos

Nanodentistry: the Future of Dentistry Based on Nanotechnology Systems

Mario Cantín L.*; Cristian Vilos O.** & Iván Suazo G.*

CANTIN, M.; VILOS, O. C. & SUAZO, G. I. Nanodontología: El futuro de la Odontología basada en sistemas nanotecnológicos. *Int. J. Odontostomat.*, 4(2):127-132, 2010.

RESUMEN: El desarrollo científico sin precedentes alcanzado en los últimos años por la nanotecnología ha generado una nueva dimensión en el desarrollo tecnológico, médico y económico que ha marcado un impacto global. Los avances en estrategias de diagnóstico, tratamiento, y prevención de las enfermedades proveen un importante rol de la nanotecnología en el emergente campo aplicado a la odontología denominado nanodontología. Entre sus principales desafíos destaca el alcanzar una mejor comprensión de las bases fisiopatológicas de las enfermedades, nuevas estrategias de diagnóstico, y el desarrollo de terapias altamente efectivas. La nanotecnología indica ser el camino de la evolución, y el desarrollo de la odontología del siglo 21. Este artículo, presenta las tendencias, y desafíos de nanotecnología aplicada a la odontología, provee de una visión global del desarrollo de la nanodontología y su impacto futuro.

PALABRAS CLAVE: nanodontología, odontología, nanociencia, nanotecnología.

INTRODUCCIÓN

El concepto de nanotecnología introducido en 1959, con la propuesta de emplear pequeños dispositivos, nanomáquinas, ó nanorobots (Feynman, 1960), para el desarrollo una amplia gama de instrumentos microscópicos marcó un hito en la historia de la ciencia actual (Drexler, 1986). La nanotecnología es una ciencia que ha impactado al mundo entero; algunos autores han comparado el desarrollo de la nanotecnología con la revolución industrial del siglo XXI (Yih, 2007), porque ha generado tecnologías que han conducido a mejoras radicales en una diversidad campos. El término nanotecnología, se refiere a la fabricación y utilización de materiales, dispositivos y sistemas en el rango de dimensión de 0.1-100 nm (1 nm = 10⁻⁹ m) (Riehemann, 2009). De acuerdo con la US National Nanotechnology Initiative, "La nanotecnología es la comprensión de la materia que incluye imágenes, medidas, modelación, y manipulación de la materia a nano escala, donde los fenómenos únicos permiten nuevas aplicaciones" (Initiative, 2009).

El aspecto más destacado de la nanotecnología es que los materiales presentan diferentes propieda-

des a nanoescala. Estas propiedades incluyen mejoras en sus propiedades fisicoquímicas, magnéticas, de reflectividad de la luz, conductividad eléctrica, térmica, entre otros. Estos fenómenos únicos suceden a escala nanométrica, y han sido estudiados en diferentes disciplinas incluidas la medicina, química, física, ingeniería, y otros campos como la odontología (Jhaveri & Balaji, 2005; Kumar & Vijayalakshmi, 2006).

Actualmente, la nanotecnología regenerativa, e ingeniería de tejidos han alcanzado importantes avances fundamentados en el desarrollo de tecnologías de trasplante celular, materiales, y bioingeniería; lo que ha permitido la generación de sustitutos biológicos con capacidad de restaurar y mantener la función normal en los tejidos perdidos, enfermos o heridos. Asimismo, se han desarrollado métodos más efectivos para la entrega de medicamentos en dosis terapéuticas óptimas y dirigidas a sitios específicos, evitando así reacciones adversas asociadas a medicamentos. Las aplicaciones clínicas de la nanotecnología ha abierto nuevas posibilidades en medicina y odontología (Freitas, 2005a; Kumar & Vijayalakshmi; Patil *et al.*, 2008).

* Morfología, Departamento de Ciencias Básicas y Biomédicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Chile.

** Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología (CEDENA), Santiago, Chile.

Por otra parte, el desarrollo de nuevas estrategias de diagnóstico, y prevención de enfermedades se ha potenciado con el desarrollo una amplia gama de nanopartículas funcionalizadas. Asimismo, a partir de sistemas, y dispositivos a nanoescala, en conjunto con la ingeniería genética y biotecnología se han desarrollado innovadoras estrategias para el alivio del dolor, y lesiones traumáticas (Freitas, 2005a, 2005b).

La nanotecnología en odontología, o nanodontología, promete el mantenimiento de la salud oral integral mediante el empleo de nanomateriales, incluyendo la ingeniería de tejidos, y la nanorobótica dental (Jhaveri & Balaji; Freitas, 2000). La nueva oportunidad de tratamiento potencial en odontología puede incluir el diagnóstico de cáncer, el uso de nuevos anestésicos locales, la renaturalización de la dentición, el tratamiento permanente de la hipersensibilidad dentaria, la posibilidad de completar los ajustes de ortodóncicos durante una sola visita a la consulta, hasta el mantenimiento continuo de la salud oral utilizando dentifrobots (dentífrico nanorobot) (Freitas, 2009).

Los nanorobots dentales de micro-tamaño podrían utilizar mecanismos específicos para la motilidad, arrastrándose o migrando a través del tejido humano con una alta precisión de navegación, adquiriendo energía, sentido, y manipulando su entorno, logrando una citopenetración segura, y pudiendo a través de diversas técnicas controlar, interrumpir o alterar el tráfico de impulsos nerviosos en las células nerviosas individuales en tiempo real (Patil *et al.*, 2008).

Estas funciones de los nanorobot pueden ser controladas por un nanoordenador que ejecuta las instrucciones preprogramadas en respuesta a los estímulos del sensor local. Por otra parte, el dentista podría dictar instrucciones estratégicas mediante la transmisión de órdenes directamente en el nanorobots vía señales acústicas u otros medios (Freitas, 2009).

Campos de la nanodontología

Nanodiagnóstico. Es la utilización de nanodispositivos para la identificación precoz de las enfermedades o su predisposición a nivel celular y molecular. En el diagnóstico *in vitro*, la nanotecnología podría aumentar la eficiencia y la sensibilidad de los métodos de diagnóstico utilizando fluidos como la saliva o muestras de tejidos donde nanodispositivos selectivos realicen múltiples análisis a escala subcelular, a fin de determinar la presencia temprana de una enfermedad, identificando y cuantificando moléculas tóxicas, células

tumorales, ó patologías infecciosas, etc. (Patil *et al.*, 2008).

En el interés odontológico, la alta tasa de mortalidad del carcinoma oral de células escamosas se suele atribuir a las dificultades en la detección de la enfermedad en una fase temprana tratable. En los últimos años se ha explorado la capacidad de las nanopartículas de oro sometidas a la resonancia de plasmones superficiales capaces de provocar un contraste óptico para discriminar entre las células cancerosas y normales, y su conjugación con los anticuerpos, permitiendo trazar la expresión de biomarcadores pertinentes para la proyección de imagen molecular en el microscopio confocal de reflectancia (Kah *et al.*, 2007), demostrando su potencial para la detección del cáncer en los sistemas de imagen basados reflexión sobre la base de cambios biomoleculares (Kah *et al.*, 2008).

Anestesia local. Uno de los procedimientos más comunes en la práctica dental, es inyección de anestésicos locales. En los últimos años, el desarrollo de microesferas y nanoesferas biocompatibles como dispositivos de liberación controlada de fármacos, los ha transformado en elementos ideales para administrar estas sustancias anestésicas, dando la posibilidad de prolongar los efectos de acción de dichos fármacos con una mayor inocuidad al carecer de sustancias vasoconstrictoras, evitando de esta forma sus efectos adversos fisiológicos, reduciendo su toxicidad en el sistema nervioso y aparato cardiovascular (Mowat *et al.*, 1996; Grant & Bansinath, 2001; Kohane *et al.*, 2002), así como las interacciones con otros fármacos (Gaia Colombo *et al.*, 2004; Horie *et al.*, 2010).

Más aún, se podría contar con una suspensión coloidal que contenga millones de nanorobots (Hogg & Freitas, 2010), los cuales luego de ponerse en contacto con la superficie de mucosas orales, pueden llegar a la dentina mediante la migración a través del surco gingival, traspasando sin dolor a través de la lámina propia o la capa de tejido conjuntivo laxo en el límite cementodentinario (LCD), de 1-3-micras de espesor. Una vez que alcancen la dentina, los nanorobots pueden ingresar por los orificios de los túbulos dentinarios, con un diámetro de 1-4 micras llegando hacia la pulpa, guiados por una combinación de gradientes químicos, diferencias de temperatura, e incluso de posición de navegación, todo ello bajo el control de un nanoordenador según las indicaciones dadas por el dentista (Freitas, 2000). Hay muchos caminos para elegir, cerca del LCD, a medio camino entre

la superficie dentinaria y la pulpa, y cerca de la pulpa. Estos túbulos aumentan de diámetro a medida que se acercan a la pulpa, lo que puede facilitar el movimiento de los nanorobots, aunque los diámetros de los canales de túbulo dentinarios varían en número y tamaño (densidad de número de túbulos cerca del tejido radicular 22.000 mm, 37.000 mm en la zona media, y 48.000 mm cerca de la pulpa), en sus patrones de ramificación, entre la dentina primaria y secundaria irregular, o entre la dentina secundaria regular en los dientes jóvenes y viejos (dentina esclerosante), lo que puede presentar un reto significativo para la navegación nanorobótica.

La presencia de células que están en constante movimiento alrededor y dentro de los tejidos dentales, tales como fibroblastos gingivales, pulpares o cementoblastos del LCD, bacterias dentro de los túbulos dentinarios, odontoblastos cerca de la frontera dentina pulpa, y linfocitos en la pulpa o lámina propia sugiere que tal desplazamiento debería ser factible por nanorobots de tamaño celular con una capacidad de movimiento similar. Una vez instalados en la pulpa, pueden establecer el control sobre los impulsos nerviosos, bloqueando toda la sensibilidad en cualquier diente que requiera tratamiento, mediante la simple orden de computador manejado por el dentista. Después que los procedimientos necesarios sean completados, el dentista dará una orden a los nanorobots para restaurar todas las sensaciones. Esta tecnología nanorobótica ofrecerá una mayor comodidad al paciente junto a la reducción de la ansiedad, sin la necesidad de utilizar agujas, junto a una mayor selectividad de control del efecto analgésico, de acción rápida y completamente reversible, evitando efectos secundarios y complicaciones (Kumar & Vijayalakshmi; Patil *et al.*).

Reparación dentaria. La fabricación e instalación de un diente de reemplazo biológicamente autólogo que incluya tanto minerales y componentes celulares, es decir, la terapia de reemplazo de la dentición completa, debería ser factible en el tiempo mediante la nanorobótica. Chen *et al.* (2005) simularon el proceso de biomineralización natural para crear el tejido más duro del cuerpo humano, el esmalte dental, mediante el uso de unidades altamente organizada de cristales de hidroxiapatita con nanopartículas de calcio dispuestas más o menos paralela a la otra simulando casi a la perfección microarquitectura del esmalte natural.

Hipersensibilidad dentaria. Los dientes que tienen hipersensibilidad presentan una densidad de superfi-

cie de túbulos dentinarios ocho veces mayor a un diente sano, y un diámetro tubular del doble de tamaño que los dientes no sensibles. Nanorobots capaces de utilizar materiales biológicos nativos, podrían de forma selectiva y precisa ocluir los túbulos específicos en cuestión de minutos, ofreciendo a los pacientes una cura rápida y permanente a la hipersensibilidad (Freitas, 2000; Patil *et al.*).

Reposicionamiento dentario. Nanorobots podrían manipular directamente los tejidos periodontales en tratamientos de ortodoncia, lo que permitiría enderezar dientes de forma rápida y sin dolor, tanto en su rotación como reubicación vertical en cuestión de minutos u horas (Kumar & Vijayalakshmi).

Renaturalización dentaria. Este procedimiento podría proporcionar métodos de tratamiento perfectos para la odontología estética. Esta tendencia puede comenzar con pacientes que desean tener piezas antiguamente obturadas o reconstruidas con materiales dentales artificiales como amalgamas o resinas poliméricas, reconstruidos ahora con materiales biológicos orgánicos, así como también procedimientos completos de renaturalización coronal en el que las resinas poliméricas, coronas y otras modificaciones siglo 20, donde un diente tratado sería indistinguible de los dientes originales (Kumar & Vijayalakshmi; Patil *et al.*).

Durabilidad dentaria y cosmética. La durabilidad y la apariencia de los dientes puede ser mejorado mediante la sustitución de los estratos superiores de esmalte con enlaces covalentes materiales artificiales tales como el zafiro o diamante (Yunshin *et al.*, 2005), los que tienen 20 a 100 veces la dureza y la resistencia del esmalte, insuficiencia física de las carillas de cerámica contemporáneas, además de una excelente biocompatibilidad. El zafiro puro y el diamante son frágiles y propensos a la fractura, sin embargo, estos pueden hacerse más resistentes a la fractura, como parte de un material nanoestructurado compuesto que incluya la incorporación de nanotubos de carbono (Aliev & Baughman, 2010).

Dentifrobots (dentífricos nanorobóticos) (Freitas, 2000, 2009) emitidos por el enjuague bucal o pasta de dientes, podrían patrullar todas las superficies supragingival y subgingival al menos una vez al día, metabolizando la materia orgánica atrapada y junto a la realización continua de desbridamiento del cálculo dental (Patil *et al.*).

Por otro lado, dentifrobots correctamente configurados pueden identificar y destruir las bacterias patógenas que residen en la placa bacteriana y en otros lugares, al mismo tiempo que a las 500 especies de inofensivas microflora oral a fin de favorecer en un ecosistema sano (Bhardwaj *et al.*, 2009). Dentifrobots también proporcionarían una continua barrera a la halitosis, ya que la putrefacción bacteriana es el proceso metabólico central implicado en el mal olor oral. Con este tipo de atención dental, todos los días desde una edad temprana, la caries dental y enfermedades convencionales que afectan al periodonto de protección e inserción desaparecerán de los anales de la historia clínica (Kong *et al.*, 2006).

Otro de los beneficios potenciales de la nanotecnología es su capacidad para explotar las propiedades atómicas o moleculares de los materiales, permitiendo el desarrollo de nuevos materiales con mejores propiedades. Por ejemplo, la nanotecnología ha mejorado las propiedades de diversos tipos de fibras. Nanofibras de polímero con un diámetro en el rango nanométrico, poseen una mayor superficie por unidad de masa, lo que permite una fácil adición de funcionalidades en comparación con la superficie de los polímeros de microfibras (Reifman, 1996; Jayaraman *et al.*, 2004). Materiales poliméricos de nanofibras han sido estudiados como sistemas de liberación controlada, representando un verdadero soporte estructural para la ingeniería de tejidos y filtros. Fibras de carbono con dimensiones nanométricas muestran un aumento selectivo en la adhesión de osteoblastos necesarios para el éxito de ortopedia y aplicaciones de implantes dentales, debido a un alto grado de rugosidad superficial nanométrica (Katti *et al.*, 2004). Actualmente, una serie de nanopartículas son fabricadas de forma homogénea en las resinas poliméricas. Este nanorelleno utilizado incluye partículas de alúmina y sílice con un tamaño promedio de partículas alrededor de 80 nm. Esto trae como ventajas una mayor dureza, fuerza, flexibilidad, módulo de elasticidad, transparencia y el atractivo estético, mejor pulido y retención del pulido, así como excelentes propiedades de manipulación (Nano, 2003; Price *et al.*, 2004).

DISCUSIÓN

La nanotecnología es parte de un futuro en el que la odontología puede ser más eficaz, desarrollando la salud dental individual a un nivel nanométrico.

Los investigadores están buscando formas de utilizar entidades microscópicas para realizar tareas que ahora se realizan a mano o con la ayuda de diversos equipos. El uso de nanoelementos que podrían ser más pequeño que el núcleo de una célula, los que pueden acceder a lugares que son imposibles de alcanzar manualmente o con otras tecnología, podrían ser utilizados para destruir las bacterias que causan la caries dental, diagnosticar precozmente el cáncer oral, desarrollar nuevos anestésicos locales con baja toxicidad, renaturalizar piezas dentarias, tratar de manera permanente de la hipersensibilidad dentaria, completar reajustes ortodónticos durante una sola visita a la consulta, hasta el mantenimiento continuo de la salud oral utilizando dentifrobots.

La nanotecnología tiene un potencial enorme, pero los aspectos sociales de la aceptación pública, la ética, la regulación y la seguridad humana deben ser abordadas antes que la nanotecnología molecular pueda ser vista como la posibilidad de proporcionar una atención dental de alta calidad al 80% de la población mundial que actualmente no recibe una adecuada atención (Patil *et al.*). Esto no sólo en piezas dentarias, sino que también en tejido periodontales, en vista de nuevos tratamientos para patología de alta morbilidad como la periodontitis (Kong *et al.*, 2006). De este modo, la simple negligencia del cuidado bucal personal irá disminuyendo, mientras que los procedimientos cosméticos, de traumatismos, o condiciones de enfermedades raras se volverán relativamente más comunes. Además se generarán nuevas tendencias en diagnóstico temprano y tratamiento de patologías bucales (Bhardwaj *et al.*, 2009), los cuales se pueden personalizar para que coincidan con las preferencias y la genética de cada paciente. Las opciones de tratamiento serán más numerosos y emocionantes. Todo esto demanda, más aún que en la actualidad, mejores habilidades técnicas, conocimientos y competencias profesionales, que son el sello de los dentistas contemporáneos. Esta evolución se espera que se acelere de forma significativa.

La investigación teórica y aplicada para convertir estos productos en una realidad está avanzando rápidamente. El trabajo actual de interés en la industria odontológica se centra particularmente en las nanopartículas y los nanotubos para el manejo periodontal, micro y nanopartículas para la liberación sostenida y dirigida de fármacos, materiales nanoporosos y nanomembranas.

La nanotecnología cambiará la odontología, la atención sanitaria, y la vida humana más profunda-

mente que muchos acontecimientos del pasado. Al igual que con todas las tecnologías, la nanotecnología lleva un importante potencial de uso indebido y el abuso en una escala y alcance nunca antes visto. Sin

embargo, también tienen potencial para aportar ventajas significativas, tales como una mejor salud y un mejor uso de los recursos naturales, junto a una contaminación ambiental reducida.

CANTIN, M.; VILOS, O. C. & SUAZO, G. I. Nanodentistry: the future of dentistry based on nanotechnology systems. *Int. J. Odontostomat.*, 4(2):123-126, 2010.

ABSTRACT: The unprecedented scientific development achieved in recent years by the nanotechnology has created a new dimension in the technological, medical and economic development set a global impact. Advances in strategies for diagnosis, treatment, and prevention of diseases foresee an important role of the nanotechnology in the emerging field applied to dentistry called nanodentistry. Among its highlights the main challenges to achieve a better understanding of the pathophysiological bases of diseases, new diagnostic strategies, and development of highly effective therapies. Nanotechnology shows to be the path of evolution, and development of dentistry in the 21st century. This article presents the trends and challenges of nanotechnology applied to dentistry, provides an overview of nanodentistry development and its future impact.

KEY WORDS: Nanodentistry, dentistry, nanoscience, nanotechnology.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhardwaj, S. B.; Mehta, M. & Gauba, K. Nanotechnology: Role in dental biofilms. *Indian. J. Dent. Res.*, 20:511-3, 2009.
- Chen, H. F.; Clarkson, B. H.; Sunk, K. & Mansfield, J. F. Self assembly of synthetic hydroxyapatite nanorods into enamel prism like structure. *J. Colloid Interf. Sci.*, 188:97-103, 2005.
- Drexler, K. E. *New era of nanotechnology*. New York: Anchor Press; 1986. pp.99-129.
- Feynman, R. P. *There's plenty of room at the bottom*. *Eng. Sci.*, 23:22-36, 1960.
- Freitas, R. A. Jr. Nanodentistry. *J. Am. Dent. Assoc.*, 131:1559-66, 2000.
- Freitas, R. A. Jr. Current status of nanomedicine and medical nanorobotics. *J. Comput. Ther. Nanosci.*, 2:1-25, 2005a.
- Freitas, R. A. Jr. Nanotechnology, nanomedicine and nanosurgery. *Int. J. Surg.*, 3:243-6, 2005b.
- Freitas, R. A. Jr. Welcome to the future of medicine. *Stud. Health Technol. Inform.*, 149:251-6, 2009.
- Gaia Colombo, R. L. Effect of excipient composition on the biocompatibility of bupivacaine-containing microparticles at the sciatic nerve. *Inc. J. Biomed. Mater.*, 651-9, 2004.
- Grant, G. J. & Bansinath, M. Liposomal delivery systems for local anesthetics. *Reg. Anesth. Pain Med.*, 26:61-3, 2001.
- Hogg, T. & Freitas, R. A. Jr. Chemical power for microscopic robots in capillaries. *Nanomedicine*, 6(2):298-317, 2010.
- Horie, R. T.; Sakamoto, T.; Nakagawa, T.; Tabata, Y.; Okamura, N.; Tomiyama, N.; Tachibana, M. & Ito, J. Sustained delivery of lidocaine into the cochlea using poly lactic/glycolic acid microparticles. *Laryngoscope*, 120(2):377-83, 2010.
- Initiative, N. N. *Research and development leading to a revolution in technology and industry*. New York, Supplement to the President's 2010 Budget, 2009.
- Jayaraman, K.; Kotaki, M.; Zhang, Y.; Mo, X. & Ramakrishna, S. Recent advances in Polymer nanofibers. *J. Nanosci. Nanotechnol.*, 4:52-65, 2004.
- Jhaveri, H. M. & Balaji, P. R. Nanotechnology: The future of dentistry. *J. Indian Prosthodont. Soc.*, 5(1):15-7; 2005.
- Kah, J. C.; Kho, K. W.; Lee, C. G.; James, C.; Sheppard, R.; Shen, Z. X.; Soo, K. C. & Olivo, M. C. Early diagnosis of oral cancer based on the surface plasmon resonance of gold nanoparticles. *Int. J. Nanomedicine*, 2(4):785-98, 2007.

- Kah, J. C.; Olivo, M. C.; Lee, C. G. & Sheppard, C. J. Molecular contrast of EGFR expression using gold nanoparticles as a reflectance-based imaging probe. *Mol. Cell Probes*, 22(1):14-23, 2008.
- Katti, D. S.; Robinson, K. W.; Ko, F. K. & Laurenci, C. T. Bioresorbable nanofiber based systems for wound healing and drug delivery: Optimisation of fabrication parameters. *J. Biomed. Mater. Res.*, 70:282-96, 2004.
- Kohane, D. S.; Lipp, M.; Kinney, R.; Anthony, D.; Lotan, N. & Langer, R. Biocompatibility of lipid-protein-sugar particles containing bupivacaine in the epineurium. *J. Biomed. Mater. Res.*, 59:450-9, 2002.
- Kong, L. X.; Peng, Z.; Li, S. D. & Bartold, P. M. Nanotechnology and its role in the management of periodontal diseases. *Periodontol.* 2000, 40:184-96, 2006.
- Kumar, S. R. & Vijayalakshmi, R. Nanotechnology in dentistry. *Indian J. Dent. Res.*, 17:62-5, 2006.
- Mowat, J. J.; Mok, M. J.; MacLeod, B. A. & Madden, T. D. Liposomal bupivacaine. Extended duration nerve blockade using large unilamellar vesicles that exhibit a proton gradient. *Anesthesiology*, 85:635-43, 1996.
- Nano, A. The A to Z of nanotechnology And nanomaterials. The Institute of nanotechnology, Azom Co Ltd., 2003.
- Patil, M.; Mehta, D. S. & Guvva, S. Future impact of nanotechnology on medicine and dentistry. *J. Indian Soc. Periodontol.*, 12:34-40, 2008.
- Price, R. L.; Ellison, K.; Haberstroh, K. M. & Webster, T. J. Nano-meter surface roughness increases select osteoblasts adhesion on carbon nanofiber compacts. *J. Biomed. Mater. Res.*, 70:129-38, 2004.
- Riehemann, K.; Schneider, S. W.; Luger, T. A.; Godin, B.; Ferrari, M. & Fuchs, H. Nanomedicine--challenge and perspectives. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 48(5):872-97, 2009.
- Reifman, E. M. Diamond teeth. In: Crandall, B. C. (Editor). *Nanotechnology: Molecular speculations on global abundance*. Cambridge, MIT Press, 1996. pp.81-6.
- Yih, T. C. & Moudgil, V. K. Nanotechnology comes of age to trigger the third industrial revolution. *Nanomedicine*, 3(4):245, 2007.
- Yunshin, S.; Park, H. N. & Kim, K. H. Biologic evaluation of Chitosan Nanofiber Membrane for guided bone regeneration. *J. Periodontol.*, 76:1778-84, 2005.

Dirección para correspondencia:

Mario Cantín L.

Morfología

Departamento de Ciencias Básicas y Biomédicas

Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad de Talca

Avenida Lircay s/n, Talca

CHILE

Email: mcantin@utalca.cl

Recibido : 22-06-2010

Aceptado: 11-07-2010