

Radiología digital en odontología

Digital Radiology in Dentistry

Beltrán-Silva JA¹

RESUMEN

La radiología digital es un método auxiliar para el odontólogo y con gran difusión mundial. Es importante reconocer los diferentes tipos y sistemas digitales, entender su funcionamiento y capacidad para producir imágenes. El presente artículo revisa parte de los fundamentos de la radiología digital, sistemas de adquisición de imagen, sus ventajas y desventajas. Así, los profesionales de la salud oral sabrán cuándo y cómo aplicarlos para beneficio de sus pacientes.

Palabras clave: radiografía dental, imagen radiográfica, sistema digital.

INTRODUCCIÓN

El descubrimiento de los rayos X fue un valioso aporte para la humanidad, principalmente cuando se considera su aplicación en los campos de la medicina y la odontología. Después de algunos años de utilización, surgieron algunos efectos perjudiciales ocasionados por su uso indebido. Como consecuencia, se introdujeron principios de protección contra radiaciones ionizantes que tenían como fundamento la disminución de la dosis de radiación a la cual se sometía el paciente.

Así aparecieron películas radiográficas con mayor sensibilidad a los rayos X que disminuyen drásticamente la dosis de exposición. También se desarrollaron nuevos sistemas de diagnóstico que no emplean radiaciones ionizantes, como el ultrasonido y la resonancia magnética. Dentro de esta línea de investigación, surgieron también los sistemas de radiología digital como resultado de los exhaustivos estudios desarrollados por la NASA (National Aeronautics and Space Administration)¹⁻³.

La radiología digital ingresa al ámbito odontológico desde que Francis Mouyen inventara el primer sensor digital en 1982⁴. En 1987, un sistema conocido como RadioVisiography de la firma Trophy-Francia, es lanzado al mercado

ABSTRACT

Digital radiology is an auxiliary approach for dentist and with great world spreading. Recognizing the different digital kinds and systems, understand their performing and make imaging ability, is important. The current paper reviews part of digital radiology basis, imaging capture systems and advantages and disadvantages. So, oral health professionals will know when and how apply them for their patients benefits.

Key words: dental radiography, radiographic image, digital system.

mundial y la Federal Drugs Administration (FDA) de los Estados Unidos le dio el visto bueno para utilizarlo en radiografías intraorales en 1989^{3,4}; desde ese momento numerosos sistemas se han desarrollado tratando siempre de facilitar la labor del odontólogo, entre ellas citaremos: Flash Dent (Villa System, Italia), Sens-A-Ray (Regam, Suecia), Visualix (Gendex, Italia), CDR System (Schick Technologies INC, USA)²⁻⁶.

La radiología digital tiene como objetivo la producción de imágenes digitales en oposición con la radiología convencional que desarrolla películas radiográficas. Se dice que una imagen es digital cuando está compuesta por varios elementos distintos o separados. Cada uno de estos elementos se conoce como "picture element" o píxel²⁻⁴. A cada píxel se le adjudica un valor numérico y el ordenador almacena la información utilizando estos valores. En radiología digital este valor determinará el tono de gris al que corresponde cada píxel; el cual puede presentar 256 niveles de gris, desde cero, que corresponde al negro, hasta 255 que representa el blanco^{2,3,7}. Estos píxeles se colocarán en filas y columnas formando una matriz, el tamaño del píxel determina la resolución de la imagen; cuanto menor sea mejor es la resolución y se observarán más detalles (Figura 1). Como la interpretación de radiografías digitales se hace generalmente en un monitor, éste deberá tener una resolución que al menos sea igual a la de la matriz⁸. De acuerdo a Kullendorff y Nilsson (1996)⁹, cuando las imágenes digitales se observan en pantalla, se percibe que las dimensiones son mayores que las que se ven en la película radiográfica. Como el tamaño actual de la imagen digital depende del número de píxeles y de la resolución

1. Jorge A. Beltrán Silva

Cirujano-Dentista; Especialista en Radiología Oral y Maxilofacial; Magíster en Docencia y Educación Superior

Profesor Asociado del Departamento Académico de Medicina, Cirugía y Patología Oral, Facultad de Estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

jabs_imagenes@hotmail.com

de la pantalla, tanto el tamaño como la ampliación de las imágenes digitales son muy diferentes a las películas convencionales y puede haber variaciones entre las imágenes producidas por diferentes tipos de sensores o de dispositivos de adquisición de imágenes^{9,10}.



Figura 1. En la presente composición se visualiza que con pocos píxeles las imágenes pierden resolución debido a su aspecto de mosaico, mientras que aquella de mayor cantidad de píxeles se aprecia mucho mejor definida.

La resolución espacial se refiere al número de píxeles en que se divide la imagen digital. La resolución espacial se da en pares de línea por milímetro (pl/mm), cuanto mayor el número de líneas, mejor la resolución. Actualmente existen sistemas de radiología digital que alcanzan desde 7 hasta 20 pl/mm; teniendo en cuenta que una imagen radiográfica convencional oscila entre 14 y 16 pl/mm¹¹. Basado en las características de la resolución, resulta claro que sólo algunos sensores (Figura 2) son capaces de detectar limas muy finas. La presencia de ruido, es decir la interferencia captada durante el proceso de adquisición de imagen, reduce el contraste, lo que se traduce en una calidad de imagen inaceptable para la interpretación radiológica⁸. La resolución espacial de 512 x 512 es la más utilizada y significa 512 filas x 512 columnas. La resolución de contraste se refiere al brillo del píxel^{3,7}. El término cuantización representa el valor numérico correspondiente al nivel de brillo analógico en digital (A/D)^{3,5,7}.

Métodos para obtener imágenes radiográficas digitales

1. Método indirecto o radiografía digitalizada, no es capaz de producir una radiografía digital sin que exista una radiografía convencional previa. La radiografía se digitaliza a través de una cámara digital o un scanner con adaptador de transparencias.
2. Método directo o radiografía digital, la radiografía se obtiene por la captura de la imagen intraoral mediante sensores, que lanzan la imagen hacia el monitor del ordenador. Una vez en el ordenador, la imagen puede ser corregida, procesada, archivada, impresa y hasta transferida por medios de telecomunicación a otros lo-

cales, lo que posibilitará su examen por varias personas al mismo tiempo.

El método directo presenta dos sistemas de captura de imagen. El CCD (charged-coupled device) y el SPS (storage phosphor screen)³. El sensor CCD de la firma Trophy-Francia consta de varias partes (Figura 2). Primero presenta un dispositivo llamado scintilador que convierte la mayoría de los rayos X en luz visible. Este scintilador no es más que una tierra rara compuesta por muchas moléculas que al ser golpeadas por un fotón de rayos X generan luz. Lamentablemente el scintilador no tiene un 100% de eficiencia y algunos fotones de rayos X lo atraviesan sin ser convertidos en luz. Para evitar que estos fotones de rayos X dañen el CCD o generen mucho ruido digital alterando el entorno de la imagen se colocó una fibra óptica que actúa como filtro conduciendo sólo el paso de la luz hacia el CCD. Finalmente el CCD es semejante a un "ojo electrónico" que está compuesto por una gran cantidad de píxeles y cada píxel actúa como una "cisterna" almacenando la luz para luego convertirla en señal eléctrica⁴.



Figura 2. Esquema de la configuración interna de los sensores de RadioVisioGrafía de la firma Trophy (Francia). Se observa cómo el scintilador convierte los rayos X en luz visible y la fibra óptica actúa como filtro, permitiendo sólo el paso de la luz hacia el CCD. (Fuente: Horner K. RadioVisioGraphy: an initial revolution. Br Dent J 1990; 168: 244 – 8.)

A cada píxel se le asigna un voltaje de acuerdo a la cantidad de luz que ha recibido, luego el voltaje es convertido por un ordenador en un determinado nivel de gris⁴. El número de matices de gris que puede lograr cada píxel se le denomina rango dinámico. Conforme mayor sea el rango dinámico más grande será la escala de grises^{3,4}. Cuando un píxel no ha recibido luz semeja a una cisterna vacía que como resultado dará una imagen blanca, por el contrario el píxel saturado generará una imagen negra².

El ojo humano está capacitado para distinguir una escala de grises no mayor a 40 tonos^{2,3,5}. Una imagen digital de amplio rango dinámico puede generar una escala de grises de hasta 4096 tonos, lo que significa una ventaja para el profesional que utiliza el sistema digital por la variedad de latitudes que podría experimentar al observar una imagen (Figura 3)⁸.

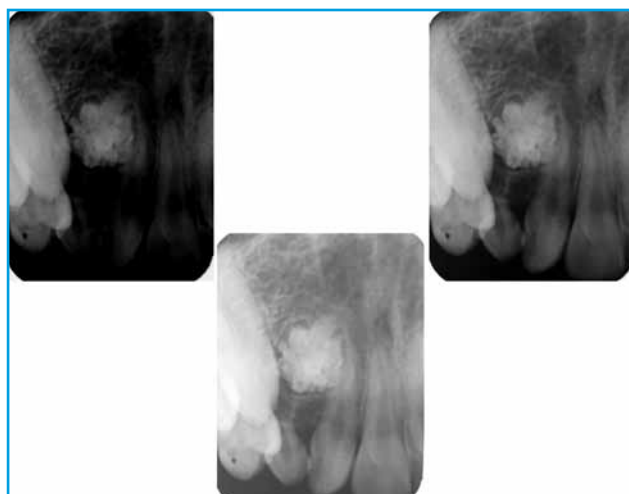


Figura 3. Los sistemas de radiología digital permiten la modificación de la escala de grises sin necesidad de volver a exponer el sensor a los rayos X.

El segundo sistema de captura SPS, que lo utilizan Digora (Soredex, Finlandia) y DenOptix (Gendex, Italia) utiliza una placa óptica que tiene las mismas dimensiones que la película periapical (Figura 4)^{2,3}. La adquisición de la imagen por este sistema se hace por intermedio de una pantalla constituida por placas con sales de fósforo. Esa pantalla se parece a las pantallas intensificadoras de las radiografías extrabucales convencionales y está formada por cristales de fósforo dispuestos sobre una base plástica que al recibir los fotones de los rayos X forman una imagen latente^{2,3,12}.

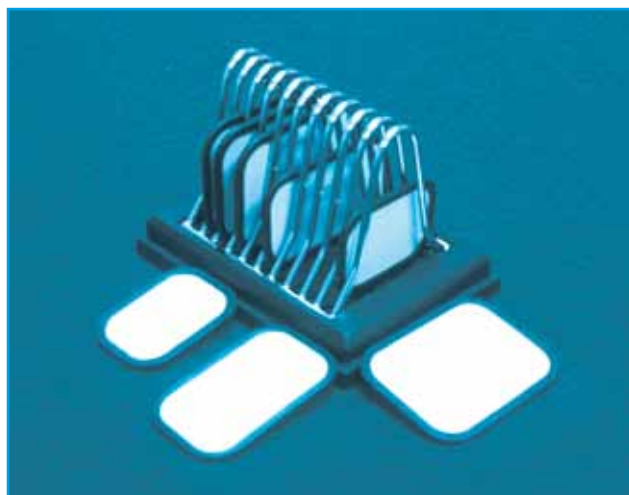


Figura 4. Sistema SPS Digora, Soredex (Finlandia); se observa los diferentes tamaños de las placas.

Una vez irradiada la imagen se introduce una unidad lectora a láser, que escanea la placa de sales de fósforo y transmite la imagen al ordenador (Figura 5). Luego de la lectura, un haz de alta intensidad borra la imagen y deja la placa disponible para una próxima utilización. Lamentablemente la resolución de los sistemas de placas de fósforo oscila entre los 4 y 8 pl/mm¹².

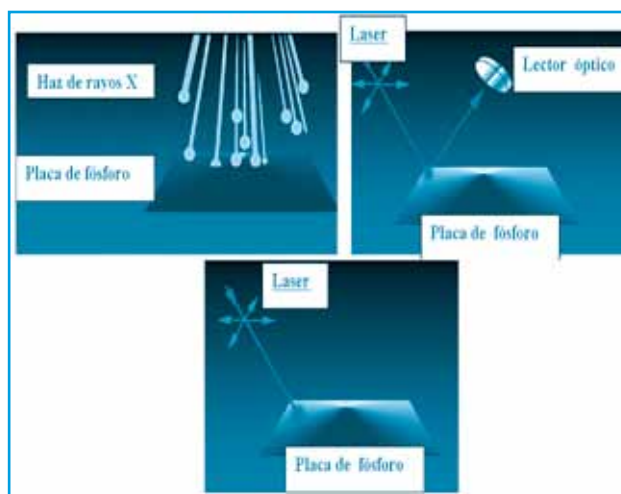


Figura 5. Secuencia de la adquisición de imagen en las placas de fósforo. Primero se forma una imagen latente al ser sometida al haz de rayos X. Luego, un láser escanea la imagen, la cual es capturada por un lector óptico. Finalmente, un láser de alta intensidad borra la imagen dejando la placa de fósforo lista para una nueva adquisición.

A pesar de ser catalogado como un sistema de adquisición directa en imagen digital, requiere bastante manipulación, lo que puede generar daños en las placas de fósforo como huellas digitales, ralladuras o humedecerse con la saliva del paciente, por lo que puede perjudicar el resultado final de la imagen. Además algunos de estos sistemas son sensibles a la luz, lo que puede perjudicar la imagen durante la manipulación¹².

Ventajas de la radiografía digital

1. Elimina el procesamiento de las películas radiográficas, cámaras oscuras y químicos de revelado. Esto resuelve un gran problema de la radiología convencional: su alto grado de contaminación ambiental. Estudios como los de Horner y colaboradores (1990)¹³ y Shearer y colaboradores (1990)¹⁴ indican que el sistema digital puede ser de especial valor en el tratamiento endodóntico. La capacidad de ese sistema para producir imágenes instantáneas elimina el tiempo empleado en el procesamiento de la película convencional, mientras que el tamaño pequeño del sensor lo hace especialmente apropiado para mostrar dientes únicos.
2. Reduce el tiempo de exposición a los rayos X, que siempre es una preocupación tanto de los odontólogos como de los pacientes. A pesar de que las películas radiográficas convencionales actuales se han vuelto más sensibles a la radiación a expensas del formato y de la disposición de los cristales de sales halogenadas de plata, la radiología digital ha comprobado una reducción de la dosis de radiación que oscila entre 40% y 90% dependiendo del grado de sensibilidad de las películas radiográficas convencionales comparadas (F, E o D)¹³.
3. Manipulación de la imagen. Los software de los sistemas digitales presentan una serie de herramientas

que nos permiten la modificación de las imágenes en distintos aspectos:

- Modificación del contraste y el brillo, capacidad muy útil en el caso de sobre o subexposición radiográfica. Shrou y colaboradores (1993)¹⁵ indicaron que puede ser factible establecer diferencias entre las condiciones patológicas de quiste y granuloma apical, por medio de estándares de distribución de la escala de contraste (grises), en las imágenes radiográficas digitales. Para la evaluación de lesiones de caries dental, la capacidad de modificar el contraste beneficia al observador siendo más factible determinar las pequeñas diferencias de gris que se producen en las lesiones de caries dental que abarcan la mitad externa del esmalte^{4,6,16}. A su vez, la evaluación de la estructura de soporte óseo se beneficia con esta facilidad del sistema, ya que se puede modificar una amplia escala de grises que permita la observación adecuada de los defectos óseos^{3,16}.
- Invertir la imagen, es decir, llevarla del negativo al positivo. Herramienta útil en la evaluación de piezas dentarias con probable fractura. Las características como líneas, "escalones" y cambios en el espacio del ligamento periodontal resaltan al invertir la imagen¹⁶.
- Poder aplicar sustracción digital, sistema que ha demostrado ser más sensible que la radiografía convencional para detectar alteraciones óseas periapicales de pequeñas dimensiones¹⁵⁻¹⁹.
- Capacidad de medir las estructuras visualizadas en el monitor. La determinación de la longitud real de trabajo es de fundamental importancia para el

éxito de la terapia endodóntica. Shearer y colaboradores (1990)¹⁴ compararon la conductometría obtenida en la película convencional con la radiografía digital y concluyeron que la longitud de la lima N°15 era más visible en las películas convencionales que en las imágenes digitales. Actualmente, con el mejoramiento de la resolución en las imágenes digitales esta desventaja se ha superado (Figura 6).

- Ampliación de la imagen dentro de los límites que se puedan permitir para no perjudicar su calidad. Naoum y colaboradores (2003)¹² demostraron que las imágenes ampliadas son bastante seguras y útiles en endodoncia para determinar la longitud de trabajo, evaluar la calidad del material de obturación de conductos, revelar conductos accesorios y apreciar mejor la dilaceración radicular.
 - Obtener copias o duplicados de las imágenes con gran facilidad.
 - Aplicación de colores que puedan facilitar la diferenciación de estructuras. Aunque la aplicación de color no es válida para realizar diagnóstico radiológico algunas veces facilita la observación. Wenzel (1993)¹⁶ publicó que las lesiones óseas se detectaron más tempranamente con la presentación de la imagen radiográfica en colores, en comparación con la radiografía convencional.
4. Análisis inmediato de las imágenes, que en un proceso convencional toma varios minutos.
 5. Almacenamiento de imágenes y transmisión de éstas a través de sistemas de comunicación. Se pueden hacer consultas a distancia para determinados casos que lo ameriten.

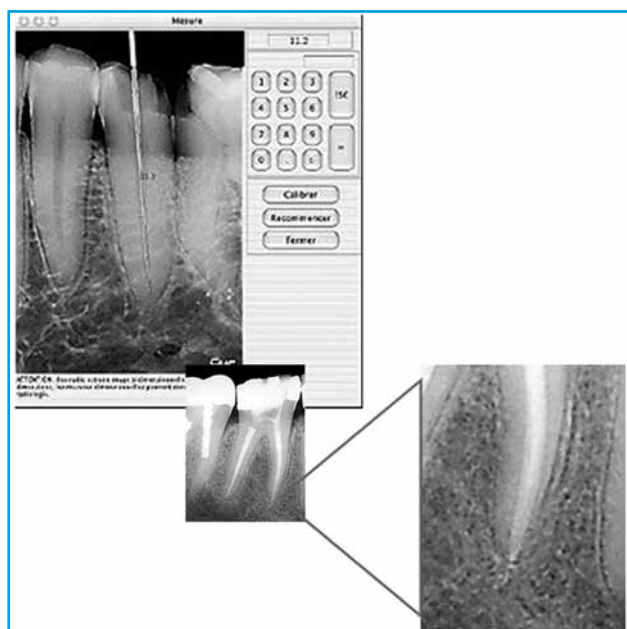


Figura 6. Cualidades de los sistemas de radiología digital, como la ampliación de la imagen para poder observar los detalles y la capacidad para medir longitudes reales.

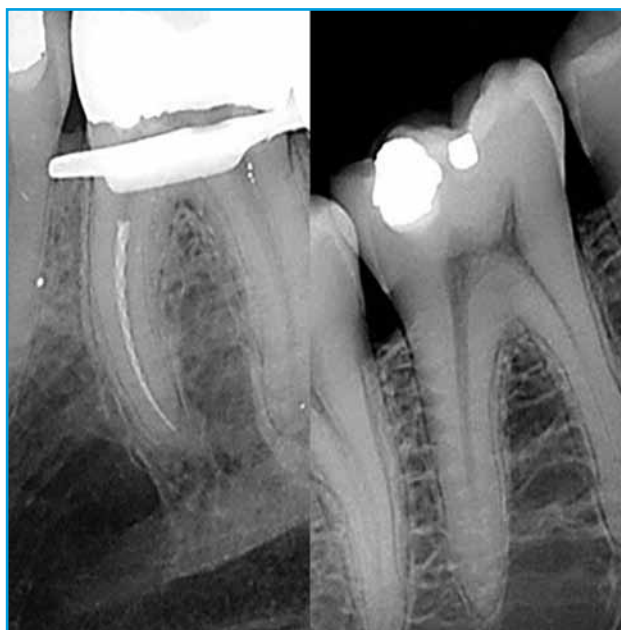


Figura 7. Una limitación de algunos sistemas de radiología digital es la escasa área de imagen que poseen. En ciertos casos sólo ingresa un solo diente completamente en la exposición.

6. El paciente tiene una mejor posibilidad de observar y comprender su padecimiento.

Desventajas de la radiografía digital

1. Alto costo.
2. Sistemas de cómputo con gran capacidad de memoria, ya que las imágenes ocupan un gran espacio de los discos de memoria.
3. Escaso conocimiento y experiencia de los operadores en su manipulación y alcances. Mientras las instituciones universitarias no capaciten a sus alumnos con los nuevos sistemas digitales, no podrán desarrollar todo su potencial.
4. Poca área de imagen, algunos sensores en especial CCD tienen un área menor al de una película periapi-

cal estándar, lo que implica el uso de mayor cantidad de exposiciones para visualizar un área determinada.

CONCLUSIÓN

La tecnología de las imágenes ha revolucionado el mundo industrial, educativo y de salud en tan corto tiempo que el advenimiento de nuevas tecnologías ya es una realidad. Sistemas que puedan realizar reformaciones multiplanares y reconstrucciones tridimensionales de estructuras óseas e incluso dentarias²⁰⁻²² son herramientas que ya se encuentran al alcance de los profesionales de la salud oral. Toda esta tecnología que conlleva mayor preparación de los odontólogos, entrenamiento constante y complementación de la información remitida por especialistas, nos va a permitir resolver problemas del día a día en una forma más sencilla, con menos dosis de radiación y guardando respeto por nuestro medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Huomonen S, Orstavik D.** Radiological aspects of apical periodontitis. *Endod Topics* 2002; 1: 3-25.
2. **Freitas AD, Edu Rosa J, Faria e Souza I.** Radiología odontológica. Sao Paulo: Artes Médicas, 2002.
3. **Goaz P, White SC.** Radiología Oral: principios e interpretación. 3ra ed. Madrid: Mosby/Doyma Libros, 1995.
4. **Horner K.** RadioVisioGraphy: an initial revolution. *Br Dent J* 1990; 168:244-8.
5. **Leonardo MR.** Endodoncia: tratamiento de conductos radiculares: principios técnicos y biológicos. Sao Paulo: Artes Médicas, 2005.
6. **Henostroza G.** Diagnóstico de caries dental. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2005.
7. **Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV.** Micro-computed tomography: a new tool form experimental endodontology. *Int Endod J* 1999; 32: 165-70.
8. **Reit C, Hollender L.** Radiographic evaluation of endodontic therapy and the influence of observer variation. *Scand J Dent Res* 1983; 91: 205-12.
9. **Kullendorff B, Nilsson M.** Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for detection of Periapical bone lesions: effects on diagnostic accuracy after application of image processing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1996; 82(5): 585-9.
10. **Wallace JA, Nair NK, Colaco MF, Kapa SF.** A comparative evaluation of the diagnostic efficacy of film and digital sensors for detection of simulated periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod* 2001; 92:93-7.
11. **Webber RL, RuttimannUE, Groenhuis RAJ.** Computer correction of projective distortions in dental radiographs. *J Dent Res* 1984; 63: 1032-6.
12. **Naoum H, Chandler N, Love R.** Conventional versus storage phosphor-plate digital images to visualize the root canal system contrasted with a radiopaque medium. *J Endodon* 2003; 29(5): 349-52.
13. **Horner K, Hirschmann P.** Dose reduction in dental radiography. *J Dent* 1990; 18(4): 171-84.
14. **Shearer AC, Horner K, Wilson NH.** RadioVisioGraphy for imaging root canals: an in vitro comparison with conventional radiography. *Quintessence Int* 1990; 21(10): 789-94.
15. **Shrout MK, Hall J, Hildebolt C.** Differentiation of periapical granulomas and radicular cysts by digital radiometric analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76(3): 356-61.
16. **Wenzel A.** Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. *Int Dent J* 1993; 43(2): 99-108.
17. **Mikrogeorgis G, Lyroudia K, Molyvdas I, Nikolaidis N and Pitas I.** Digital Radiograph registration and subtraction: a useful tool for the evaluation of the progress of chronic apical periodontitis. *J Endodon* 2004; 30(7): 513-7.
18. **Grondahl HG, Grondahl K, Webber RL.** A digital subtraction technique for dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 96-102.
19. **Tyndall DA, Kapa SF, Bagnell CP.** Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. *J Endodon* 1990; 16: 173-8.
20. **Bjorndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S.** External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized x-ray microtomography. *Int Endod J* 1999; 32: 3-9.
21. **Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F.** Three-dimensional analysis of root canal geometry using high resolution computed tomography. *J Dent Res* 2000; 79: 1405-9.
22. **Terakado M, Hashimoto K, Arai Y, Honda M, Sekiwa T, Sato H.** Diagnostic imaging with newly developed ortho cubic-super-high resolution computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 509-18.

Recibido para publicación: 20 / 05 / 09

Aceptado para publicación: 03 / 06 / 09

e-mail: jabs_imagenes@hotmail.com