

Estudio Comparativo de la Especificidad Dimensional del Cone Beam y la Radiografía Panorámica Digital

Comparative Study of the Dimensional Specificity of the Cone Beam and the Digital Panoramic Radiography

Rojas F¹, Figueroa M¹, Díaz V¹

RESUMEN

Las necesidades quirúrgicas de los cirujanos e implantólogos, han ido aumentando a lo largo del tiempo. Es ampliamente sabido que la exactitud, precisión y definición de los exámenes radiológicos prequirúrgicos son de gran valor para el éxito quirúrgico y post-quirúrgico. Actualmente la tecnología ha cambiado, facilitándonos un amplio abanico de posibilidades, donde encontramos el Sistema Tomografía Computada Volumétrica (CBCT) es por esta razón que el objetivo del presente estudio es "Comparar la especificidad dimensional lineal de la imagen panorámica obtenida mediante la Radiografía Panorámica Digital directa y el sistema Cone –Beam CT". Para esto, se seleccionaron 14 Cráneos con sus respectivos maxilares inferiores, a los cuales se les realizaron los exámenes imagenológicos antes señalados. A cada uno ellos, se les efectuó la medición de 19 distancias ubicadas a lo largo del maxilar inferior, para luego ser comparadas. Se obtuvo que el comportamiento de las distancias fueron similares para los dos exámenes imagenológicos utilizados, excepto en las mediciones D1, D16 y D14, donde las dos primeras corresponden distancias homologas, paralelas al plano axial a nivel de la rama mandibular, y la D14 a una distancia vertical a nivel del agujero mentoniano izquierdo. Los resultados obtenidos por medio de la radiografía panorámica digital directa en estas mediciones; mostraron una diferencia estadísticamente significativa (ANOVA), proporcionándonos valores inferiores a los valores encontrados en las Medidas Físicas, no sucediendo lo mismo en el Método Cone Beam, donde el 100% de las distancias se comportan de manera similar a este.

Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabíl. Oral Vol. 2(3); 157-160, 2009.

Palabras claves: Imagen digital panorámica, tomografía computada volumétrica (CBCT).

ABSTRACT

The needs of surgical surgeons and implantologists, have been increasing over time. It is widely known that the accuracy, precision and definition of radiological tests before surgeries are of great help for surgical and post-surgical success. Currently the technology has changed, providing a wide range of possibilities, where we find the Computed Tomography Volumetric System (CBCT) and for this reason the aim of this study is to compare the dimensional linear panoramic image specificity obtained through the x-ray direct Digital Panoramic and the Cone Beam CT system. For this purpose 14 Skulls were selected with their respective lower jaw, to which imaging tests were carried out before identified. To each of them, the measurement of 19 distances was carried out along the lower jaw, and then compared. The distances were similar between the two imaging tests used, except in the measurements D1, D16 and D14, where the first two are homologues distances, parallel to the axial level and at the level of the jaw branch, and the last measurement, D14, corresponds to a vertical distance at the level of mental left hole. The results obtained through direct digital panoramic radiography in these measurements showed a statistically significant difference (ANOVA), giving lower values to the values found in Physical Measurements, this difference were not seen with the Method Cone Beam, where 100 per cent of the distances behave similarly.

Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabíl. Oral Vol. 2(3); 157-160, 2009.

Key words: Digital panoramic, cone beam ct.

INTRODUCCIÓN

La confiabilidad dimensional de los exámenes prequirúrgicos en el campo de la Cirugía Maxilofacial e Implantología Oral es determinante en el éxito quirúrgico y post quirúrgico. Para la evaluación del remanente óseo mandibular, el examen radiológico más requerido y, en algunos casos único en el proceso de análisis prequirúrgico, es la Radiografía Panorámica⁽⁸⁾.

Las radiografías panorámicas debido a que no cumplen con los principios proyectacionales básicos, presentan una distorsión por amplitud entre la imagen obtenida y las estructuras radiografiadas.

Esto se traduce en un aumento de tamaño de la imagen en relación a las estructuras de interés, sobrellevando entonces una limitación en la confiabilidad dimensional del examen^(1,8,9,10,11).

Debido a lo anteriormente expuesto se hace de vital importancia en la práctica quirúrgica utilizar nuevas tecnologías; mas precisas; y que proporcionen una mayor cantidad de datos con una relación costo-beneficio más favorable para el paciente como para el cirujano. Dentro de este tipo de avances encontramos el sistema Cone Beam CT, el cual ha revolucionado el área de la Implantología y Cirugías Maxilofacial dentro de la odontología, debido que nos ofrece una amplia variedad de exámenes tanto bidimensional como tridimensional en relación 1:1 con respecto a las estructuras anatómicas y/o patológicas de interés, y con un costo-dosis

muy reducido al compararlo con los TC de uso medico^(2,3,4,5).

Por estas razones el presente trabajo tiene como objetivo principal comparar la especificidad dimensional lineal que nos ofrecen las imágenes panorámicas del sistema Cone Beam CT en comparación con las imágenes panorámicas obtenidas por medio de la Radiografía Panorámica Digital Directa.

MATERIAL Y MÉTODO

Se seleccionaron 14 Cráneos con sus respectivos maxilares inferiores, a los cuales se les realizaron exámenes imagenológicos panorámicos con equipos para radiografías panorámica digital (Sirona) y equipos Cone Beam CT (I-CAT).

Para la realización de los exámenes imagenológicos los cráneos fueron previamente articulados mediante placas de relación realizadas con láminas de cera. Posteriormente 10 marcas fueron instaladas, las cuales fueron distribuidas a lo largo del maxilar inferior y dentro de las placas de relación, cada una de estas marcas correspondió a cilindros de gutapercha de 4 milímetros de diámetro y 2 milímetros de longitud (Figura 1).

De las marcas antes señaladas, seis fueron colocados a conveniencia (puntos 2, 3, 4, 4', 5, 6) y las cuatro restantes

1. Universidad Finis Terrae. Chile.

correspondieron a puntos anatómicos ampliamente relacionados en la bibliografía⁽⁶⁾ como son los orificios de entrada de los conductos dentarios inferiores y los agujeros mentonianos, que corresponden a los puntos 1-7 y 3'-5' respectivamente. De estas marcas adquirimos 19 mediciones que fueron obtenidas directamente de los maxilares inferiores, por medio de un caliper, lo que nos proporciono nuestro Gold Standard (Figura 1).



Figura 1. En el equipo panorámico (Sirona) los cráneos fueron fijados en la posición ideal, de acuerdo al protocolo de posición del paciente para equipos Radiográficos panorámicos mediante un trípode y un vástago que nos proporcionaba una posición estable y reproducible para todos los cráneos con sus respectivos maxilares inferiores (Figura 2). Para la realización del Cone Beam CT, los cráneos fueron colocados sobre una superficie plana, luego gracias al software Scout View comprobamos la correcta posición de ellos, antes de realizar el procedimiento de escaneo final.



Figura 2. Obtenidas las imágenes panorámicas, se les realizó la medición de 19 distancias, mediante el software I-CAT Vision del sistema de imagen dental Cone-Beam 3D (Figura 3) y el software SIDEXIS XG del Equipo Sirona (Figura 4); para luego ser comparadas con nuestro Gold Standard.

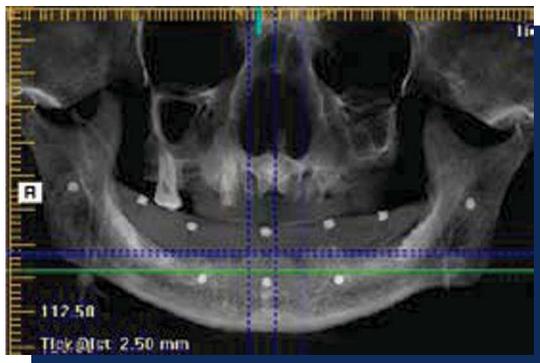


Figura 3.

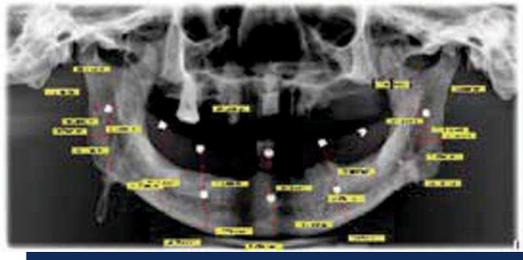


Figura 4. Para una mejor comprensión y entendimiento de nuestro estudio, hemos separado las marcas utilizadas y distancias medidas. Los puntos utilizados fueron:

- Punto 1.** Entrada del conducto dentario inferior derecho.
- Punto 2.** Ubicado a nivel de la mesa molar inferior derecha.
- Punto 3.** Ubicado a nivel premolar inferior derecho.
- Punto 3'.** Ubicado en el agujero mentoniano derecho.
- Punto 4.** Ubicado en la línea media sagital, a nivel incisal inferior.
- Punto 4'.** Ubicado en la sínfisis mentoniana.
- Punto 5.** Ubicado a nivel premolar inferior izquierdo.
- Punto 5'.** Ubicado en el agujero mentoniano izquierdo.
- Punto 6.** Ubicado en la mesa molar inferior izquierda.
- Punto 7.** Entrada del conducto dentario inferior izquierdo.

Escotadura sigmoidea del maxilar inferior (ES) – porción más cóncava de la escotadura Sigmoidea.

Borde basilar de la rama del maxilar inferior (BBR) – punto final de una recta que cruza por dos puntos. El primer punto de la recta nace del marcador de gutapercha y el segundo punto se encuentra en el término de una recta paralela al plano axial, de 10 mm. de longitud que nace desde el borde posterior de la rama, a 10 mm. por debajo del marcador de gutapercha.

Borde anterior de la rama del maxilar inferior (BAR) – punto ubicado en la mayor concavidad del borde anterior de la rama.

Las distancias medidas fueron:

D1 - Desde el P1 al BPR. Corresponde a una recta paralela al plano axial que nace en el punto P1 y termina en el borde posterior de la rama (BPR) (Figuras 2, 3 y 4).

D2 - Desde el P1 al BBR. Corresponde a una recta que cruza por dos puntos. El primer punto de la recta nace de la marca de gutapercha y el segundo punto se encuentra en el término de una recta paralela al plano axial, de 10 mm. de longitud, que nace desde el borde posterior de la rama a 10 mm. por debajo del marcador de gutapercha.

D3 - Desde el P1 al BAR. Corresponde a una recta que nace del P1 a la porción más cóncava del borde anterior de la rama.

D4 - Desde el P1 a la ES. Corresponde a una recta que nace del P1 a la porción más cóncava de la escotadura sigmoidea.

D5 - Desde el P2 al BBC. Corresponde a una recta que nace del P2 al borde basilar del cuerpo (BBC) del maxilar inferior paralelo a la distancia 6 (D6).

D6 - Desde el P3 al BBC. Corresponde a una recta que nace del P3, corta el P3' y termina en el borde basilar del cuerpo del maxilar inferior.

D7 - Desde el P3 al P3'. Corresponde a una recta que nace del P3 y termina en el P3'.

D8 - Desde el P3' al BBC. Corresponde a una recta que nace del P3' al borde basilar del cuerpo del maxilar inferior.

D9 - Desde el P4 al BBS. Corresponde a una recta que nace del P4 al

borde basilar de la sínfisis del maxilar inferior.

D10 – Desde el P4 al P4´. Corresponde a una recta que nace del P4 y termina en el P4´.

D11 – Desde el P4´ al BBS. Corresponde a una recta que nace del P4´ al borde basilar de la sínfisis del maxilar inferior.

D12 - Desde el P5 al BBC. Corresponde a una recta que nace del P5, corta el P5´ y termina en el borde basilar del cuerpo del maxilar inferior.

D13 – Desde el P5 al P5´. Corresponde a una recta que nace del P5 y termina en el P5´.

D14 – Desde el P5´ al BBC. Corresponde a una recta que nace del P5´ al borde basilar del cuerpo del maxilar inferior.

D15 – Desde el P6 al BBC. Corresponde a una recta que nace del P6 al borde basilar del cuerpo del maxilar inferior paralelo a la distancia 12 (D12).

D16 – Desde el P7 al BPR. Corresponde a una recta paralela al plano axial que nace en el punto P7 y termina en el borde posterior de la rama.

D17 – Desde el P7 al BBR. Corresponde a una recta que cruza por dos puntos. El primer punto de la recta nace de la marca de gutapercha y el segundo punto se encuentra en el término de una recta paralela al plano axial, de 10 mm. de longitud que nace desde el borde posterior de la rama a 10 mm. por debajo del marcador de gutapercha.

D18 – Desde el P7 al BAR. Corresponde a una recta que nace del P7 a la porción más cóncava del borde anterior de la rama.

D19 – Desde el P7 a la ES. Corresponde a una recta que nace del P7 a la porción más cóncava de la escotadura sigmoidea

Cuando encontramos la presencia de piezas dentarias dentro del área de inserción de un marcador de gutapercha, este fue reemplazado por el diente correspondiente. En el caso de las distancias D5 y D15, de los cráneos números 2, 10 y 13 y en la distancia D15 del cráneo número 6, fueron reemplazados por una recta con su origen en el punto medio del largo mesio-distal de dichas piezas, siguiendo las mismas normas de las distancias que antes fueron mencionadas. En la distancia D12 del cráneo número 1 y del cráneo número 13, que corresponde al marcador ubicado a nivel premolar inferior izquierdo, fue reemplazado por un punto ubicado en la punta de la cúspide más prominente del primer premolar inferior izquierdo. La distancia D5, del cráneo número 12, que corresponde al marcador ubicado a nivel de la mesa molar inferior derecha fue reemplazada por un punto ubicado en la punta más prominente de la cúspide distal del molar inferior derecha (debido a su excesiva mesialización), siguiendo las mismas normas de las distancias antes mencionadas.

Radiografía Panorámica Digital

Las radiografías panorámicas digitales directa se tomaron con un equipo panorámico modelo ORTHOPHOS XG 5 DS / Ceph, marca Sirona. Se utilizó 60 KV, 8 mA y un tiempo de exposición de 14 segundos para todos los cráneos.

El análisis y medición de las distancias fueron realizados con el software SIDEXIS del Equipo Sirona, previamente calibrado mediante láminas de plomo de 10 milímetros de ancho por 10 milímetros de largo.

Tomografía Computada Volumétrica

El examen tomográfico de los cráneos se realizó con un equipo Tomográfico Cone Beam, ICAT, donde el sistema de rayo nominal es de 120 kV con 65 mA que es mantenido constante durante el proceso de escaneo⁽⁷⁾.

Las imágenes fueron tomadas con el programa "Full 13" que corresponde a una imagen completa del maxilar superior e inferior⁽¹³⁾.

El análisis y mediciones de las distancias fue realizado mediante el uso del software I-CAT Vision del sistema de imagen dental cone-beam 3D.***

En aras de controlar la máxima cantidad de variables hemos realizado la medición de las distancias físicas con una diferencia de 4 semanas, con respecto a las mediciones de los dos tipos de imágenes

digitales, con el fin de evitar algún tipo de acostumbramiento por parte del operador.

Análisis Estadístico

Los datos observados en las mediciones de cada distancia tanto físicas como imagenológicas, fueron sometidos a estudios descriptivos para conocer el comportamiento en cada tratamiento descrito. Posteriormente estos datos fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (1965) y también a la prueba de Levene para determinar la existencia de homogeneidad de las varianzas u homocedasticidad (Kuehl, 2001). Una vez comprobado el cumplimiento de las condiciones antes nombradas, se procedió a comparar las mediciones entre los métodos mediante un análisis de varianza (Modelo I o efectos aleatorios) de acuerdo con Díaz (2008). En los casos en que el análisis de varianza (ANOVA) resultase significativo se procedió a comparar los métodos estudiados mediante dos pruebas de comparación múltiple de medias: HSD de Tukey y Tukey B (Chew, 1980; Lerch, 1970) con el objeto de confirmar la existencia de las diferencias observadas por el ANOVA y determinar con ello en cual método de medición encontramos esta diferencia. El nivel de significación utilizado fue de $\alpha \leq 0,05$ ^(15,16,17,18,19).

RESULTADOS

En la prueba normalidad de Shapiro –Wilk se observó que las distancias obtenidas por los distintos métodos imagenológicos de medición, tienen una distribución normal dentro ($p > 0,05$).

En el análisis de homogeneidad de las varianzas u homocedasticidad de Levene., observamos que los datos se distribuyen normalmente y se cumple el principio de igualdad de varianzas ($p > 0,05$). Por este motivo se procedió a realizar el análisis de las varianzas, por medio de la prueba de ANOVA. Donde se observó que sólo existió diferencias significativas o muy significativas ($p < 0,05$ y $p < 0,005$ respectivamente) entre las medias de las distancias D1, D14 y D16.

Las pruebas de comparación de medias (HSD de Tukey y Tukey B) ratificaron los resultados del ANOVA antes señalados. Debido a que en las distancias D1, D14 y D16 observamos dos grupos de medias con diferencias significativas ($p < 0,05$). Lo que revela que el método CBCT se comporta de manera similar a nuestro Gold Standard en un 100% de los casos, a diferencia de la Radiografía Panorámica que presentó un 84,22% de semejanza entre las distancias medidas.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos no concuerdan con los encontrados en la literatura^(9,10,12), debido que, tan solo obtuvimos diferencias del 15,78% en el comportamiento de las mediciones efectuadas en la Radiografía Panorámica Digital (RDP) con respecto a las mediciones obtenidas por el método Cone Beam y las Medidas Físicas.

Es importante mencionar que las mediciones D1 y D16 corresponden a dos distancias homólogas, paralelas al plano axial y a nivel de la rama mandibular. No así la distancia D14 la cual corresponde a una recta vertical a la altura de los premolares inferiores izquierdos, y que al ser mediciones obtenidas por medio de la radiografía panorámica digital directa estarán alteradas por algún grado de distorsión inherente a la técnica panorámica. Este resultado coinciden con los de Reddy MS et al., donde obtuvieron, que existen diferentes valores de distorsión vertical y horizontal en las distintas áreas de la mandíbula en un rango de 1 a 10% y de 4 a 16% respectivamente después de realizar la corrección constante del 25%⁽⁹⁾. Esta información concuerda también con los datos citados por Stuart C. White, en su libro "Radiología Oral: Principios e Interpretación", donde menciona que esta alteración en el plano horizontal varía de 0,7 a un 2,2⁽¹⁰⁾.

Al igual que en los trabajos citados anteriormente, Cecilia del C. Ruiz y cols., en su estudio "Valoración de la Distorsión Vertical de Radiografías Panorámicas Mandibulares" demostraron que la distorsión vertical obtenida en las radiografías panorámicas, esta muy lejos de ofrecernos una distorsión por amplitud constante e igual para cada área del maxilar inferior. Ellos obtuvieron que el porcentaje de distorsión a lo largo del maxilar inferior varía de 0,9% a un máximo de 42%. Siendo esta distorsión mayor a nivel posterior que la encontrada a nivel anterior⁽²⁰⁾.

Esto es avalado por el estudio realizado por Sunny Young Hutchinson, "Imagen panorámica de la tomografía computada Cone Beam vs radiografía panorámica tradicional", donde demostró que las áreas de mayor y menor diferencia en el maxilar inferior corresponden a la región posterior y anterior respectivamente. Concluyeron, que la

especificidad dimensional lineal y angular de la imagen panorámica entregada por el Newton 9000, son mucho mejores que las mediciones y dimensiones proporcionadas por el Sirona.(RDD)⁽¹²⁾.

El comportamiento de las mediciones obtenidas por el método Cone Beam CT concuerda con los de John B. y cols., en su estudio "Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images". Donde concluyeron que en el método Cone Beam CT "el error de exactitud" de las medidas fueron menos del 1.2 % para técnicas de medidas bidimensionales y bajo el 0.6 % para técnicas de medidas tridimensionales. Es decir, tanto las técnicas bidimensionales como tridimensionales proporcionan las medidas exactas de manera aceptable en la anatomía mandibular⁽¹³⁾. Stratemann y cols., en su estudio "Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures", determinaron la exactitud de las distancias lineales entre el sistemas Cone Beam CT NewTom 9000 y el Hitachi MercuRay con respecto a las medidas físicas. Los resultados determinaron que las diferencias eran pequeñas comparadas con el Gold Standard [Newton 9000 (0.07±0.41 mm) y CB MercuRay (0.00±0.22 mm)], es decir estas diferencias fueron levemente menores con respecto a las medidas físicas⁽¹⁴⁾.

Para finalizar inferimos que la nula significancia (15,78%) de los resultados obtenidos en nuestro estudio, se debe en parte, al disminuido tamaño muestral utilizado, donde n=14 es pequeño para un estudio realizado con tres variables. Donde estas corresponden a las mediciones de las distancias obtenidas en las imágenes panorámicas proporcionadas por el sistema Cone Beam, Radiografía Panorámica Digital y las mediciones físicas de los maxilares inferiores. Sin embargo por los motivos que fueron expuestos y analizados durante el transcurso de nuestro estudio es que recomendamos el uso de sistema Cone Beam, por sobre el uso de la Radiografía Panorámica para la planificación del tratamiento previo a una intervención quirúrgica del sistema máxilomandibular, debido a que el sistema Cone Beam CT nos ofrece una relación costo-beneficio favorable para el paciente y el cirujano debido a la nitidez y exactitud de los detalles entregados y a una escasa dosis de radiación emitida en comparación con el TC medico.

Finalmente, y tal como ocurre en todos los exámenes que utilizan radiación ionizantes, lo importante es establecer protocolos que ayuden a definir con criterio adecuado a los clínicos y radiólogos que examen aplicar a un paciente y cuando corresponde efectuarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Urzúa RN. Técnicas Radiográficas Dentales y Maxilofaciales - Aplicaciones. Primera Edición. Editorial AMOLCA, 2005: 3, 4 y 8.
2. Sukocic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. Orthod. Craniofacial Res 6 (Suppl. 1), 2003; 31-36.
3. Anuario. Sociedad de Radiología Oral y Maxilo Facial de Chile. Vol. 10 N°1; Año 2007.
4. Whaites E. Essentials of Dental Radiography and Radiology. 3ª Edición. Churchill Livingstone. 2002: 19.
5. Hashimoto K., ARAI Y., IWAI K., et al. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodon. 2003; 95(3):371-7.
6. Figón E. y Garino R. Anatomía Odontológica: funcional y aplicada. Segunda Edición. 2002.
7. J.A. Bryant, N.A. Drage and S Richmond. Study of the scan uniformity from an i-CAT cone beam computed tomography dental imaging system. Dentomaxillofacial Radiology, 2008; 37, 365-374. 2008 The British Institute of Radiology.
8. Márquez L, Torres D, Guitiérrez JL. Planificación en Implantología. Revista Secib On Line 2007; 1:1-19 ISSN 1697-7181.
9. Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Vandervan FJJ, Jeffcoat MK. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. Clin Oral Impl Res 1994; 5: 229-238.
10. Stuart C. White, Michael J. Pharoah. Radiología Oral: Principios e Interpretación. Edición: 4. Publicado por Elsevier España, 2001.
11. Ramírez M. Comparación entre la altura ósea radiográfica determinada por medio de una radiografía panorámica digital y una radiografía periapical total en pacientes con reabsorción ósea marginal. Santiago, Chile. Universidad Finis Tèrrea, Facultad de Odontología, 2008.
12. Young Hutchinson S. "Cone beam computed tomography panoramic images vs. traditional panoramic radiographs". American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. October 2005 (Vol. 128, Issue 4, Page 550).
13. Ludlow J., William Stewart Laster, Meit See, L. Tanya, J. Bailey, H. Garland Hershey. "Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images". Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics. April 2007 (Vol. 103, Issue 4, Pages 534-542).
14. Stratemann SA., JC Huang, K Maki, AJ Miller, and DC Hatcher. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. Dentomaxillofac. Radiol. 2008; 37: 80-93.
15. Chew, V Testing differences among means: Correct interpretations and some alternatives. HortSciences. 1980; 15:467-470.
16. S.S. Shapiro and M.B. Wilk. "An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)," Biometrika. 1965; 52, 591.
- 17.- Díaz, VP. Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística para Profesionales y estudiantes de Ciencias Médicas. RiL Editores. Santiago de Chile. (En Prensa, 2008).
18. Lerch, G. La experimentación en las Ciencias Agrícolas y Biológicas. Editorial Científico- Técnica. La Habana. 1975.
19. Kuehl, R. Diseño de Experimentos. Thomson-Learning Editores. 2da. Edición. Australia. 2001.
20. Ruiz C., Luis Felipe Jiménez S, Carmen Lucía Guzmán Z. Valoración de la Distorsión Vertical de Radiografías Panorámicas Mandibulares. Revista Dental de Chile; 2005; 96 (3): 17-20.

*** Manual de I-CAT Vision.