



COMPARACIÓN DE VARIABILIDAD ENTRE TÉCNICAS DE CEFALOMETRÍA COMPUTARIZADA Vs CEFALOMETRÍA MANUAL.

*Acosta D, Cruz L 1
** Noguera E 2
*** Rojas N 3
****Cubides J 4

RESUMEN.

OBJETIVO Comparar el grado de variabilidad entre la técnica cefalométrica digital Vs técnica manual de pacientes sin tratamiento de ortodoncia previo, que asistieron por primera vez a las Clínicas de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. **MÉTODO** Se realizó un estudio descriptivo correlacional de comparación de técnicas en dos grupos para observar diferencias entre la técnica cefalométrica manual Vs digital con el análisis de Ricketts, utilizando radiografías laterales digitales seleccionadas al azar, del archivo activo de historias clínicas de los pacientes del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. **RESULTADOS** Se utilizó el test de U Mann Whitney, para todas las variables. El test estadístico muestra un nivel de confianza del 95%. Los análisis cefalométricos asistidos por computadora no aumentan los errores intra e inter-examinadores y pueden proporcionar más beneficios a los clínicos cuando se toman en cuenta las ventajas de tiempo. **CONCLUSIONES** El análisis cefalométrico convencional o manual se ha convertido en la técnica de primera elección para la elaboración de diagnósticos y plan de tratamiento en ortodoncia. En la actualidad se han introducido en el mercado numerosos software que facilitan la elaboración de dichos análisis, en donde se ha determinado que las mediciones obtenidas con los análisis cefalométricos convencional y digital, no presentan diferencias estadísticamente significativas intra-operadores e inter-operadores, lo que sugiere que ambos métodos son altamente confiables y reproducibles.

PALABRAS CLAVE: Cefalometría, Digital, Manual, Ricketts.

SUMMARY.

OBJECTIVE To compare the degree of variability between the digital cephalometric technique Vs manual technique of patients without previous orthodontic treatment, who attended the Clinics of the Colleges of Colombia University Institution for the first time. **METHOD** A correlational descriptive study was carried out to compare techniques in two groups to observe differences between the manual Vs digital cephalometric technique and the Ricketts analysis, using randomly selected digital lateral radiographs of the active archive of medical records of postgraduate patients. Orthodontics and Maxillary Orthopedics of the University Institution Colleges of Colombia. **RESULTS** The U Mann Whitney test was used for all the variables. The statistical test shows a confidence level of 95%. Computer-assisted cephalometric analyzes do not increase intra- and inter-examiner errors and may provide more benefits to clinicians when the time advantages are taken into account. **CONCLUSIONS** The conventional or manual cephalometric analysis has become the technique of first choice for the elaboration of diagnoses and treatment plan in orthodontics. At present, numerous software has been introduced in the market that facilitate the elaboration of such analyzes, where it has been determined that the measurements obtained with the conventional and digital cephalometric analysis do not present statistically significant differences between intra-operators and inter-operators. which suggests that both methods are highly reliable and reproducible. **KEY WORDS:** Cephalometry, Digital, Manual; Ricketts

1. Residente de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar UNICOC 2. Asesor Científico Odontólogo - UNICOC - Ortodoncista UNICOC, Docente Clínico UNICOC. 3. Asesor Metodológico. 4. Asesor Estadístico.

INTRODUCCIÓN

La radiografía de perfil, introducida por Broadbent en 1931 es una herramienta importante en el análisis cefalométrico, diagnóstico, planeación del tratamiento ortodóncico, evaluación de resultados de este y en la predicción del crecimiento¹

A través del tiempo, la cefalometría se ha realizado de forma convencional o también llamada manual, elaborándose con la obtención de un trazo sobre láminas de acetato que permite la identificación de puntos y planos de referencia para medir parámetros lineales y angulares mediante el uso de una regla y transportador¹.

En la actualidad, el uso de software para diagnóstico cefalométrico en ortodoncia está siendo considerado, una herramienta que le facilita el trabajo al clínico, otorgando una solución rápida, eficaz y definitiva para el diagnóstico².

Aunque diversos estudios han demostrado que las medidas obtenidas con programas de análisis cefalométricos computarizados son fiables y por tanto pueden ser utilizadas en la práctica clínica, la conclusión general asevera que aún sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en algunos casos entre el diagnóstico asistido por computador y el trazo manual, pueden existir diferencias clínicamente significativas, esto debido a la ubicación de ciertos puntos de referencia y mediciones que son más reproducibles en trazos manuales, mientras que otros puntos son de más fácil localización en trazos digitales, lo que podría llegar a alterar en algún momento el diagnóstico final³.

Así mismo, y debido a que la comercialización del software para cefalometría va dirigido a todos los profesionales sin exclusión de ningún tipo, es necesario determinar no sólo la fiabilidad intra-operador, sino también la variabilidad inter-operador, la cual puede verse afectada en la mayoría de los casos por la incorrecta localización de los puntos de referencia asociados a fallas inherentes a cada operador que van desde la falta de conocimiento y experiencia clínica hasta errores cometidos por la falta de experiencia en la utilización y reconocimiento del software⁴.

La cefalometría radiográfica se aplica en el hombre vivo en época activa de crecimiento para estudiar y analizar el complejo proceso de desarrollo maxilofacial, sin embargo, este estudio nace desde el principio con una limitación: la fiabilidad de los datos obtenidos ya que al ser el crecimiento un proceso dinámico, es preciso encontrar estructuras fijas que sirvan de referencia para medir los cambios dimensionales. La estabilidad absoluta no es posible encontrarla en el cráneo y en la cara en desarrollo, puesto que todos los huesos están creciendo a la vez y no existen puntos o estructuras que no se modifiquen y permanezcan estables, por esto ha sido necesario recurrir a estructuras de referencias que sean las menos afectadas por el cambio, las menos inestables o las que antes cesen en su crecimiento local. Por lo tanto, la precisión exacta es biológicamente imposible e inalcanzable⁵.

Desde el punto de vista clínico, la técnica cefalométrica puede ser usada para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo craneomaxilar en un momento cronológico determinado a lo largo del tiempo; la validez de los datos dependerá de la precisión y fidelidad en respetar los principios que regulan cualquier reproducción radiográfica donde la orientación, distorsión y magnificación debe ser disminuido y controlado para que los resultados sean objetivamente verificables⁵.

Actualmente, son utilizados tres métodos para el análisis cefalométrico: manual, asistido por computador y computarizado⁶.

El método convencional o manual, se realiza por ubicación de puntos de referencia radiográficos superpuestos en un acetato obteniendo valores de medidas lineales y angulares. A pesar de su amplio uso en ortodoncia, esta técnica consume tiempo y tiene la desventaja de estar sujeta a errores aleatorios y sistemáticos. Dentro de los errores, se incluyen medición e identificación de puntos de referencia que pueden estar influenciados por la experiencia del operador y la calidad de la imagen⁶.

Con la rápida evolución de las radiografías a un sistema digital, se ha reemplazado lentamente este método de trazado manual⁶.

El segundo método es asistido por computador el cual utiliza una cámara digital o un escáner con el que se exportar la imagen cefalométrica a un programa de medidas⁷.

El tercer método, un software automáticamente localiza los puntos de referencia y obtiene distancias cefalométricas⁶.

Como se mencionaba anteriormente, varios softwares han sido introducidos comercialmente para uso en ortodoncia: Dolphin Imaging (Dolphin Imaging, Chatsworth, California, USA), Nemoceph NX 2006 (Nemotec, Madrid, España), Vistadent AT (GAC International, Bohemia, New York, USA) y Quick Ceph (Quick Ceph Systems, San Diego, California, USA), entre otros. Sumado a esto, el avance tecnológico se ve reflejado favorablemente en la toma de las radiografías laterales de cráneo, siendo estas hoy en día digitales⁸.

La radiografía digital ofrece varias ventajas como son: fácil de utilizar, permite varios análisis, mayor comodidad al generar las predicciones de tratamiento, ocupa menos espacio de almacenamiento, existe la opción de manipular el tamaño y el contraste de la imagen, no sucede el deterioro de la película y se eliminan los productos químicos y peligrosos ambientales⁷.

Actualmente, existen varios sistemas de adquisición de radiografías digitales y transferencia a los programas de trazado cefalométrico⁹.

La radiografía digital se convirtió en una realidad cuando las radiografías convencionales, es decir las impresas en películas radiográficas, se escanearon y se almacenaron digitalmente en los computadores. A través del tiempo, los investigadores han estado trabajando para producir sistemas de radiografía que no utilicen la película

convencional, en los cuales los sensores captan la imagen que provee una capacidad diagnóstica excelente con menor tiempo de exposición a la radiación ionizante, lo que significa una exposición mínima del paciente^{10,11}.

El concepto de imagen radiográfica digital se refiere a la imagen obtenida de la incidencia de rayos X y mostrada en computador. Se puede lograr de dos maneras diferentes: a través de los sistemas con o sin el uso de películas radiográficas, también llamados método directo o indirecto. En el método directo la imagen se captura directamente a través de un dispositivo de carga acoplada (CCD), sin el uso de película radiográfica ni cuarto oscuro. En el método indirecto o también llamado sistema hídrico, una radiografía convencional es registrada por una cámara o por un escáner y es convertida a formato digital en el computador a través de un software. Este método es una fuente importante de imágenes digitales en odontología, una de sus ventajas es su bajo costo ya que es más económico adquirir un buen escáner que un sistema digital completo⁷.

Es así, que con el uso cada vez mayor de la cefalometría digital, se hace imperiosa la necesidad de evaluar la exactitud de los diferentes softwares para análisis cefalométrico disponibles y compararlos con las técnicas de medición convencional o manual, más aun conociendo que investigaciones recientes concluyen que existen diferencias entre las mediciones derivadas de los puntos de referencia tomados en la radiografía original para cefalometría y los ubicados digitalmente⁵.

En cuanto a la cefalometría computarizada, se hace referencia al software NemoCeph, el cual fue empleado en la presente investigación¹².

NemoCeph es distribuido por la compañía Nemotec y catalogado por ellos, como el gold estándar en cefalometría computarizada. Es la herramienta que ofrece altas posibilidades en el diagnóstico, plan de tratamiento y presentación del caso en ortodoncia y cirugía ortognática. Los ortodoncistas necesitan herramientas que hagan el trabajo más fácil, ya que cada vez, los pacientes son más exigentes con el resultado final de su tratamiento y estas herramientas permiten al ortodoncista demostrar como el conocimiento va a satisfacer las expectativas de los pacientes¹².

NemoCeph ofrece la posibilidad de importar fotografías clínicas, radiografías, modelos de estudio, de una manera sencilla con cualquier dispositivo incluyendo cámaras digitales, escáner radiológico, CD-ROM, OPG digital, etc¹².

Para el trazado cefalométrico, el software guía paso a paso el proceso. Un zoom inteligente transporta automáticamente a la zona donde se colocará el punto cefalométrico. Las herramientas de procesamiento de imágenes permiten visualizar e identificar claramente las estructuras óseas y dentales. Una ventana muestra la posición del paciente en el cefalostato y la posición del paciente en la foto, esta ventana permite el ajuste de la posición natural del paciente.

Los beneficios de NemoCeph van encaminados al diagnóstico que incluye el análisis cefalométrico lateral y frontal de uso más frecuente. Cuenta además con herramientas

de personalización que logran la creación de nuevos análisis cefalométricos permitiendo la mejor localización de los puntos cefalométricos debido a la gran cantidad de herramientas para el procesamiento de imágenes básico y avanzado. Además, facilita el trazado de diferentes análisis al mismo tiempo¹². Por consiguiente, el objetivo de nuestra investigación fue comparar el grado de variabilidad entre la técnica cefalométrica digital Vs técnica manual.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo correlacional de comparación de técnicas en dos grupos para observar diferencias, utilizando radiografías laterales digitales seleccionadas al azar, del archivo activo de historias clínicas de los pacientes del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, Bogotá, Colombia. Con un nivel de confianza del 95%.

Se seleccionaron 144 radiografías digitales de perfil, tomadas con el equipo J Morita, con previa autorización de Dirección de Red de Clínicas para la recolección de la muestra que reposaba en las historias clínicas del Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar.

Como criterios de inclusión:

- Radiografías iniciales de perfil
- Radiografías de pacientes de cualquier edad y género.
- Radiografías de paciente con dentición permanente completa hasta los segundos molares.

Como criterios de exclusión establecidos:

- Pacientes en estado de embarazo en el momento de la radiografía.
- Radiografías de mala calidad, tomadas en una mala angulación o en mal estado.
- Radiografías de pacientes con malformaciones craneofaciales

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en las siguientes fases:

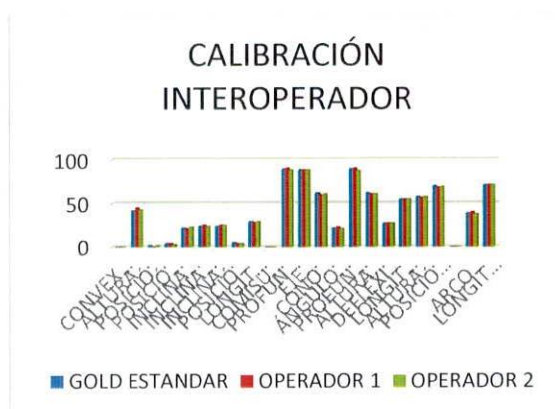
1. Selección y recolección de la muestra.

Para realizar los análisis cefalométricos, se obtuvieron de las historias clínicas, las radiografías de perfil y posteriormente se identificaron una la base de datos digital. Estas se almacenaron en formato JPEG, para luego ser procesadas y analizadas mediante el programa NemoCeph.

2. Estandarización de experto

Posteriormente se realizó estandarización con un experto y dos investigadores, donde se estandarizó la realización del calco cefalométrico, selección adecuada de puntos de medición, se ajustó el instrumento y se escogió el operador con mejor calibración ($\kappa = 0.765$ - Buena).

Se realizaron pruebas de calibración interoperador en donde se encontró diferencias entre operador 1 y 2, por lo que el operador 2 se eligió para realizar el trazado en ambas técnicas (Gráfica 1)



Gráfica 1. Diferencias interoperador

3. Toma de mediciones cefalométricas.

Los análisis cefalométricos se llevaron a cabo en 15 días, donde diariamente, el operador trazó diez radiografías de perfil, tanto por el método convencional como por el método digital. Esta distribución diaria fue establecida con el fin de controlar posibles imprecisiones en las mediciones, ocasionadas por la fatiga del operador.

La medición del análisis cefalométrico convencional se realizó tomando el calco de la radiografía seleccionada, posteriormente se fotocopió de forma tradicional sin considerar la magnificación del equipo, y sobre esta se ubicaron los puntos de referencia donde procedió a medir los parámetros establecidos para el análisis de



Ricketts, evaluando así 11 medidas lineales y 14 medidas angulares. (Figura 1).

Figura 1. Calco cefalométrico

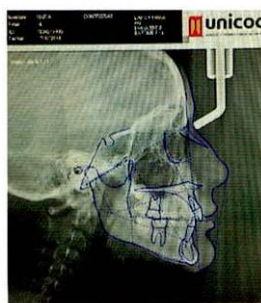
El análisis cefalométrico digital se realizó usando el software NemoCeph. Las imágenes almacenadas en el archivo JPG se importaron al software NemoCeph, donde se creó un archivo para pacientes. Se ingresaron los datos personales del paciente y se dio la

opción de guardar. Posteriormente se eligieron las opciones iniciar captura, captura de disco y radiografía extraoral.

Una vez importado el archivo se procedió a la calibración de la radiografía de perfil. En el caso de las radiografías por la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, estas debían ser calibradas a 50mm. Cumplido este paso, se dio la opción realizar trazado.

El software NemoCeph va guiando la ubicación de puntos, la cual fue finalmente determinada por el operador. Finalizada la ubicación de los puntos, se realizó un ajuste fino de estos para un trazado más preciso. (Figura 2)

Por último, se guardó el archivo y el software arrojó los diagnósticos elegidos para este



estudio.

Figura 2. Trazado cefalométrico digital

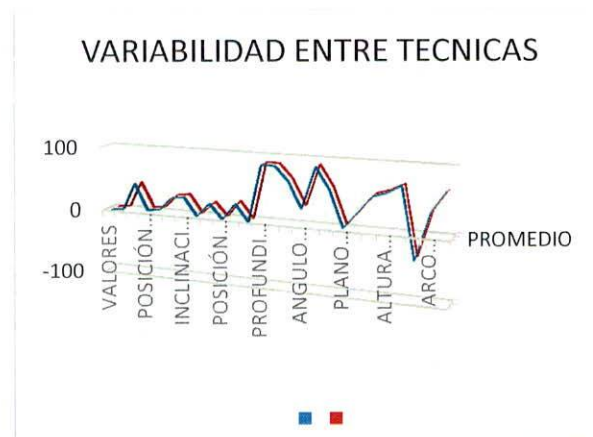
Las medidas tomadas fueron las correspondientes al análisis cefalométrico de Ricketts, ya que es una cefalometría muy utilizada para el diagnóstico en pacientes del posgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar de UNICOC, y a su vez se encuentra incluida en el programa NemoCeph.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se codificaron y se analizaron estadísticamente mediante el programa SPSS versión 20.00 para el programa Windows, Excel y Epidat 4.1. Se realizaron análisis de distribución de frecuencias y se aplicó test de U Mann Whitney (nivel de significancia de 0.05).

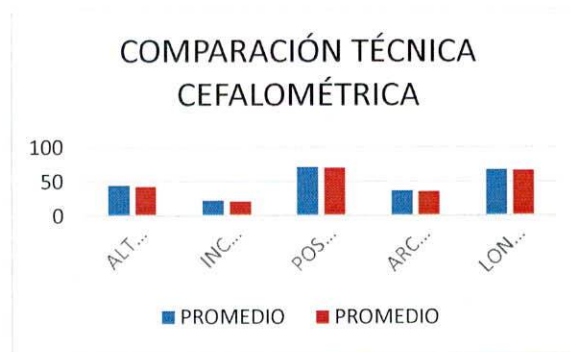
RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 144 radiografías; los promedios de cada una de las variables medidas con el programa nemoceph y con la técnica manual en donde se encontró que no hubo diferencia significativa entre los dos grupos. (Gráfica 2)



Gráfica 2. Variabilidad entre técnica cefalométrica digital Vs manual.

Los valores donde hubo mayor discrepancia fueron los tomados a partir del punto Xi, teniendo en cuenta que la identificación de este punto puede ser difícil y se pueden cometer errores a la hora de su ubicación (Gráfica 3)



Gráfica 3. Promedio entre técnicas tomadas desde el punto Xi.

DISCUSIÓN

En el presente estudio al determinar y comparar la variabilidad entre los métodos de análisis cefalométrico manual y digital, se observó en términos generales, que no presentaron diferencias estadísticamente significativas intra-operadores e inter-operadores en la mayoría de las mediciones realizadas en el análisis de Ricketts.

La localización de puntos es imprescindible a la hora de dar un diagnóstico certero, Chen et al (2004) manifiestan que los errores cometidos en el trazado manual están asociados a la magnificación de la radiografía y a la localización de puntos. Toledo et al (2014), mencionan que la identificación de puntos, es considerada como la mayor fuente de error y está influenciada por la experiencia del operador.

Por tanto, los parámetros como mayor número de mediciones angulares resultan ser más fiables digitalmente.

La fiabilidad entre los dos métodos, fue observada en el análisis de Ricketts sin diferencias estadísticamente significativas. Igualmente sucedió en la investigación de Ulloa (2009), con base a la confiabilidad cualquiera de los dos métodos de trazado, sea el manual o computarizado, son una herramienta fundamental en el proceso de diagnóstico.

En esta investigación se encontró que el programa Nemoceph presenta alto grado de confiabilidad para realizar análisis cefalométrico. Esteva et al (2014) emplearon el mismo programa concluyendo que Nemoceph Nx se puede usar con toda confiabilidad para realizar trazos cefalométricos. Además, que no hay diferencia significativa en la medición cefalométrica manual o digital de medidas lineales y angulares, sin embargo, el trazado con el programa Nemoceph Nx es más exacto.

Se observó durante la investigación que el tiempo de trazado manual era mayor que el digital, concordando con Uysal et al (2009) quienes refieren que, en comparación con el método manual, las mediciones computarizadas con el software Dolphin Imaging proporcionan una ventaja de tiempo significativa. Los análisis cefalométricos asistidos por computadora no aumentan los errores intra e inter-examinadores y pueden proporcionar más beneficios a los clínicos cuando se toman en cuenta las ventajas de tiempo.

CONCLUSIONES

La localización de los puntos cefalométricos es el aspecto más importante para lograr mediciones correctas en ambas técnicas.

Las mediciones obtenidas con los análisis cefalométricos convencional y digital, utilizados en esta investigación, no presentan diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que ambos métodos son altamente confiables y reproducibles; arrojando en promedio una diferencia de 0,3 entre ambas.

Las medidas angulares y lineales obtenidas con el método convencional y digital, que involucren mayor número de puntos de referencia, son más susceptibles de presentar imprecisiones, especialmente cuando estos puntos son de difícil localización, como Xi, lo cual se observó en el presente estudio, donde las correlaciones más bajas se obtuvieron en este tipo de mediciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1931; 1:93-114
2. Barahona, B. Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. Universidad de Costa Rica. 2006: pág. 11-27.

3. Singh, P., Davies, TI. A comparison of cephalometric measurements: a picture archiving and communication system versus the hand-tracing method - a preliminary study. *Eur J Orthod* 2011; 33:350-353.
4. Naoumova, J., Lindman, R. A comparison of manual traced images and correspondig scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod* 2009; 31:247-253.
5. Canut JA. Ortodoncia clínica y terapéutica. Barcelona: Ed. Masson; 2000, pp 179-197
6. Silveria, HL., Silveria, HE., Dalla-Bona, RR., Abdala, DD., Bertoldi, RF., Von Wangenheim, A. Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:400-405.
7. Albarakati, SF., Kula, KS., Ghonemia, AA. The reliability and reproducibility of cephalometric measurements: a comparisonof conventional and digital methods. *Dentomaxillofac Radiol* 2012; 41(1):11-17.
8. Erkan, M., Gurel, HG., Nur, M., Demirel, B. Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs. *Eur J Orthod* 2012; 34(3):318-321.
9. Roden-Johnson, D., English, J., Gallerano, R. Comparison of hand-traced and computerized cephalograms: landmark identification, measurement and superimposition accuaracy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133:556-564
10. Polat-Ozsoy, O., Gokcelik, A., Toygar Memikoglu, TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod* 2009; 31(3):254-259.
11. Sayinsu, K., Isik, F., Trakyaki, G., Arunt, T. An evaluation of the errors in cephalometric measurments on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod* 2007;105-108.
12. Nemoceph [Internet] 2018 [Consultado marzo 2018] Disponible en: <https://www.nemotec.com/es/software/nemoceph>
13. Chen, Y., Chen, SK., Chang, HF., Chen, K. Comparison of landmark identification tradicional vs computer. Aided digital cephalometry. *Angle Orthod* 2000; 70:387-92.
14. Toledo, D., Lima, M., Bravo, M. Estudio comparativo de confiabilidad y precision entre el método de trazado cefalométrico manual con el digital usando el programa dolphing imaging con radiografías cefálicas laterales. *Rev. Lationoamericana de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar* 2014.
15. Ulloa, M. Estudio comparativo de confiabilidad entre el método de trazado cefalométrico manual con el trazado computarizado (Quick ceph y odontsis) en los análisis cefalométricos de Ricketts resumido y Steiner, Universidad San Francisco de Quito, 2009. 164 p.
16. Uysal T, Baysal A, Yagci A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *Eur J Orthod* 2009; 31(5):523-528.