

## Investigación original

# Exactitud de modelos digitales con base en escáner intraoral comparados con modelos de yeso

Alberto Teramoto Ohara<sup>1,2</sup>, Marisol Almeida González<sup>3</sup>, Salvador Angulo Preciado<sup>3</sup>, Airy Teramoto lida<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>. Profesor del Departamento de Ortodoncia. Universidad Nacional Autónoma de México
- <sup>2</sup>. Profesor del Departamento de Ortodoncia. Universidad Tecnológica de México
- <sup>3</sup>. Ortodoncista egresada del Departamento de Ortodoncia. Universidad Tecnológica de México

### Autor de correspondencia:

Airy Teramoto lida  
E-mail: airyteramoto@gmail.com

**Recibido:** junio 2021

**Aceptado:** octubre 2021

### Citar como:

Teramoto Ohara A, Almeida González M, Angulo Preciado S, Teramoto lida A. Exactitud de modelos digitales con base en escáner intraoral comparados con modelos de yeso. *Rev Mex Ortodon.* 2021; 9(2): 12-19. DOI: 10.22201/fo.23959215p.2021.9.2.87895

## RESUMEN

**Introducción:** el uso de escáneres intraorales en la Odontología ha ido en aumento en los últimos años, principalmente por la eliminación del uso de materiales de impresión, pero sobre todo por la velocidad y comodidad en la obtención de los registros. **Objetivo:** dar a conocer la comparación de dos métodos convencionales de impresión (alginato y polivinilsiloxano) y el escaneado intraoral para determinar si existen discrepancias en tamaño. **Material y métodos:** se realizó un estudio observacional, analítico, prospectivo transversal donde se seleccionaron 15 pacientes (9 Masculinos, 6 Femeninos) de la Facultad de Odontología de la Universidad Tecnológica de

México. Para cada paciente se realizaron tomas de modelos de estudio con tres diferentes métodos. Método 1: impresión con alginato; Método 2: impresión con polivinilsiloxano; Método 3: escaneo intraoral. Posteriormente, con los Métodos 1 y 2 se obtuvieron modelos de yeso, y con el Método 3 se imprimieron los modelos 3D. Con un vernier digital se midieron manualmente los modelos en cinco distancias transversales y se analizaron los resultados con ANOVA para muestras independientes ( $p > 0.05$ ). **Resultados:** no existen diferencias estadísticas significativas entre las distancias intercanina superior e inferior, primer premolar superior e inferior, segundo premolar superior e inferior, primer molar superior e inferior, segundo molar superior e inferior en Método 1, Método 2 y Método 3. **Conclusiones:** el sistema de escaneo intraoral en conjunto con la tecnología de impresión 3D es un sistema confiable para poder reproducir las discrepancias transversales de las medidas de los maxilares dentales, sin embargo, dependiendo de su uso final deberán tomarse en cuenta otros factores como el tipo de tecnología de impresión 3D para su correcta aplicación clínica.

**Palabras clave:** escáner, impresiones digitales, alginato, polivinilsiloxano.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de proceso de toma de impresiones en odontología comenzó a mediados del siglo XIX. Los dentistas se dieron cuenta de que se requería tanto una captura detallada de los tejidos bucales como modelos de yeso. Para lograr estos objetivos, los materiales de impresión eran esenciales<sup>1</sup>.

Dentro de los materiales de impresión más comunes en la odontología está el alginato, cuya patente data desde 1920<sup>2</sup>. Posteriormente se inventaron las siliconas por adhesión (pvs), materiales de impresión elásticos basados en siliconas terminadas en vinilo, siliconas terminadas en hidrógeno y un ácido cloroplatínico catalizador. Presentan casi 100 % de recuperación elástica y en general ofrecen buena resistencia al rasgado<sup>3</sup>. En ambos materiales, para la obtención de un modelo físico es necesaria la obtención del positivo de esta reproducción negativa vertiendo yeso a la impresión. Este proceso añade una posibilidad de error en la obtención de una copia fiel del modelo original. En odontología se han utilizado yesos para propósitos dentales como el sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4$ ). Para su manejo dependen de una correcta relación agua/polvo, espatulado y correcta temperatura de agua.

Los primeros antecedentes de la tecnología CAD/CAM en Odontología corresponden al año 1971, cuando François Duret<sup>4</sup> hizo una publicación sobre el funcionamiento de un sistema CAD/CAM de uso odontológico. Con el desarrollo de la tecnología a mediados de 1990 se presentó la posibilidad de obtener modelos dentales digitales<sup>5</sup>. Estos son una alternativa diagnóstica que ofrece múltiples ventajas como reducción de costos, facilidad de interconsulta con otros profesionales, procesamiento más limpio, facilidad en su obtención y almacenamiento, exportación para procesos de simulación, predeterminación y determinación de medidas para uso diagnóstico o en investigación<sup>6</sup>.

Para obtener un modelo digital es necesario contar con un escáner intraoral. El escáner intraoral es un dispositivo de digitalización que se encarga de obtener y digitalizar imágenes, o información de todo tipo de objetos con el propósito de leer esa información y hacer uso de ella. El objetivo del escáner intraoral es registrar la geometría tridimensional de un objeto.

Las imágenes o vídeos individuales son reconocidas como puntos de interés y el software los compila. Las dos primeras coordenadas (x,y) de cada punto se evalúan en la imagen y luego se calcula la tercera coordenada (z)<sup>7</sup>.

El escáner intraoral de uso odontológico según la ISO 12836 (2015) se define como “un dispositivo de digitalización en odontología para la de obtención de datos de las superficies dentales indirectas hechas a medida, que se utiliza para registrar las características topográficas de los dientes y de los tejidos dentales mediante métodos analógicos o digitales”<sup>8</sup>. Es un dispositivo capaz de realizar escaneos tridimensionales de las superficies dentales, creando un modelo digital de información que se introducirá directamente a la cadena CAD/CAM mediante una computadora. El escaneado se puede realizar en boca o en un modelo y/o impresión, y se clasifican en intraorales y extraorales. A su vez se pueden subdividir de acuerdo con el concepto de trabajo y tecnología que éstos utilizan<sup>9</sup> (Figura 1). Los escáneres intraorales están formados por una pieza de mano o cabezal llamado interfaz de alimentación, un software de reconstrucción y una computadora. Fuera del ámbito odontológico se utilizan en el diseño industrial, la ortopedia, la ingeniería inversa, la impresión 3D, la fabricación CAD, el control de calidad y en la documentación de objetos<sup>10</sup>. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar si existen discrepancias transversales en las medidas dentales de los modelos físicos de las arcadas superior e inferior obtenidos con tres métodos: impresiones de alginato, impresiones con pvs y escáner intraoral.

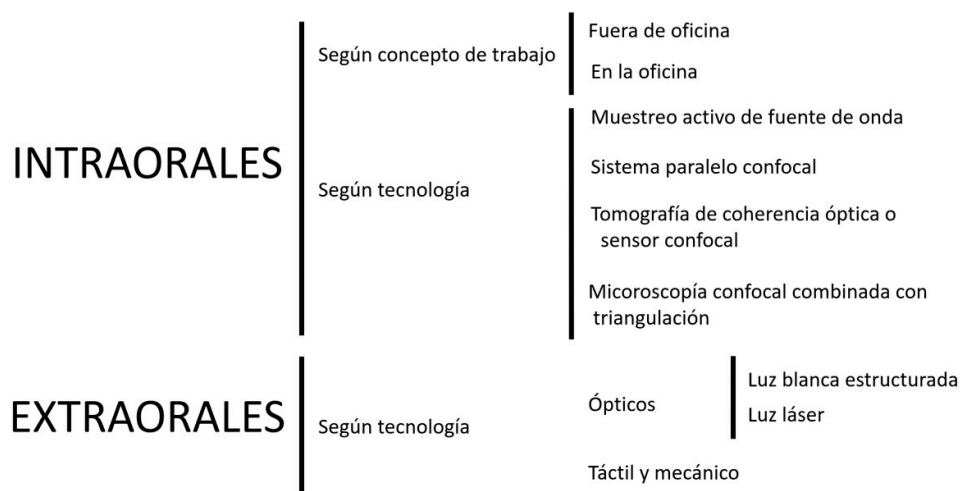


Figura 1. Clasificación de los escáneres en ortodoncia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico, prospectivo transversal donde se seleccionaron 15 pacientes de la Clínica del posgrado de Ortodoncia, Facultad de Odontología de la Universidad Tecnológica de México (UNITEC) Campus Marina.

Los pacientes fueron seleccionados bajo el siguiente criterio de inclusión: sexo indistinto, mayores a 18 años con dentición permanente completa superior e inferior hasta el segundo

molar. Los criterios de exclusión fueron pacientes con anomalías genéticas y/o síndromes, pacientes que tengan enfermedades sistémicas, falta de algún diente. A los 15 sujetos se aplicaron los 3 métodos. M1: Impresiones con alginato (Super Gayz - Laboratorios Gayz S.A. de C.V.). M2: Impresiones con pvs (3M™ Express). M3: Escáner intraoral TRIOS 3 Wireless (3Shape A/S). Se obtuvo un máximo de 1000 imágenes por arcada al momento de escanear la boca de cada paciente (Figura 2). Para el M1 y M2, con las impresiones realizadas con alginato y pvs se elaboraron modelos de estudio dentales utilizando yeso Velmix tipo IV (WhipMix® Silky-Rock). Para el M3, los modelos digitales escaneados se convirtieron a formato STL para su impresión y se imprimieron con Object30 OrthoDesk (Stratasys).



Figura 2. Escáner intraoral 3Shape.

En la arcada superior e inferior se realizaron 5 mediciones transversales respectivamente en M1, M2 y M3 con un calibrador vernier digital Truper (Figura 3). Las mediciones fueron las siguientes: 1) Distancia intercanina: cúspide del canino derecho a cúspide del canino izquierdo, 2) Distancia primer premolar: cúspide vestibular del primer premolar derecho a cúspide vestibular del primer premolar izquierdo, 3) Distancia segundo premolar: cúspide vestibular del segundo premolar derecho a cúspide vestibular del segundo premolar izquierdo, 4) Distancia primer molar: cúspide mesiovestibular del primer molar derecho a cúspide mesiovestibular del primer molar izquierdo, y 5) Distancia segundo molar: cúspide mesiovestibular del segundo molar derecho a cúspide mesiovestibular del segundo molar izquierdo. Para medir el error intra-sujeto de cada examinador (MG/SP) cada modelo fue medido dos veces con un intervalo de dos semanas y se compararon los resultados de cada uno de los examinadores. La estandarización obtuvo una kappa del 89% (MG) y 91% (MG).

Los datos se recolectaron y registraron en la computadora en una hoja de cálculo Microsoft® Excel, y posteriormente se exportaron al programa IBM® SPSS® V.24 para su análisis estadístico. Se aplicó la prueba de ANOVA para muestras independientes, con el propósito de determinar si existe diferencia entre los promedios obtenidos por cada uno de los tres métodos con un nivel de confiabilidad del 95%.

## RESULTADOS

Se incluyeron un total de 15 pacientes, de los cuales el 60% (n=9) correspondieron al género masculino y el 40% (n=6) femenino, en cuanto a la edad, el promedio general fue de  $25.6 \pm 3.18$  años.

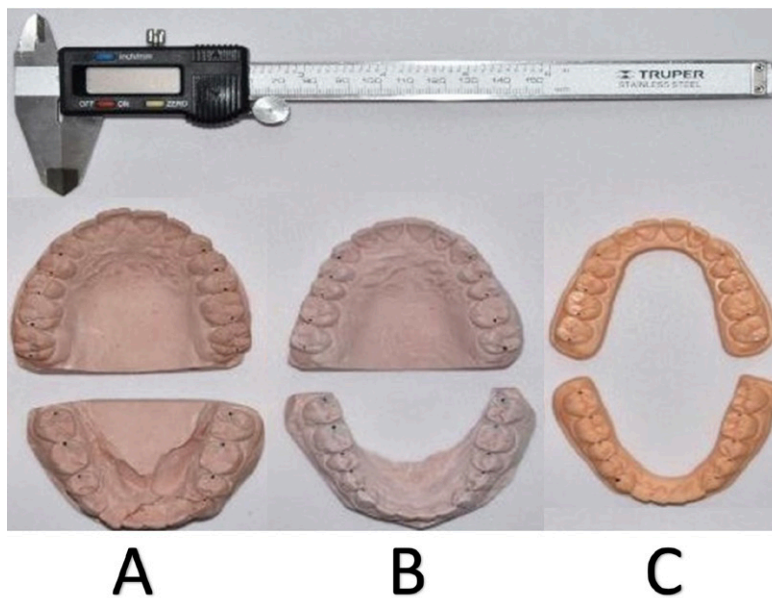


Figura 3. Vernier digital Truper y modelos. A: Modelo representativo de yeso del M1 (Impresiones con alginato). B: Modelo representativo del M2: Impresiones con pvs. C: Modelo representativo de los modelos digitales impresos del M3: Escáner intraoral.

Los valores obtenidos en los tres métodos fueron muy similares, por lo que no se identificaron diferencias estadísticamente significativas, por ejemplo, en el caso de la distancia intercanina los valores obtenidos con el M1 fueron 3.71; M2 37.62 y el M3 37.19 ( $p=0.873$ ), el resto de los valores se muestran en la Tabla 1. Esto significa que no existieron discrepancias transversales en las medidas dentales de los modelos medidos en M1, M2 y M3.

**Tabla 1.**  
**Media y desviación estándar de las mediciones transversales**

Arcada superior		M1	M2	M3	P
		Alginato (mm)	pvs (mm)	Escáner intraoral (mm)	
		Media $\pm$ D.S.	Media $\pm$ D.S.	Media $\pm$ D.S.	
1	Distancia intercanina	37.71 $\pm$ 2.87	37.62 $\pm$ 2.83	37.19 $\pm$ 2.94	0.873
2	Distancia primer premolar	45.23 $\pm$ 2.89	45.32 $\pm$ 3.07	44.88 $\pm$ 3.06	0.917
3	Distancia segundo premolar	51.85 $\pm$ 5.02	52.21 $\pm$ 4.25	50.36 $\pm$ 5.42	0.556
4	Distancia primer molar	55.45 $\pm$ 4.37	55.38 $\pm$ 4.27	55.38 $\pm$ 4.33	0.999
5	Distancia segundo molar	61.74 $\pm$ 3.91	61.43 $\pm$ 3.62	61.37 $\pm$ 4.01	0.962
Arcada inferior					
1	Distancia intercanina	28.86 $\pm$ 3.01	28.32 $\pm$ 2.78	28.72 $\pm$ 3.34	0.885
2	Distancia primer premolar	35.34 $\pm$ 2.31	35.79 $\pm$ 2.50	35.22 $\pm$ 2.12	0.775
3	Distancia segundo premolar	45.60 $\pm$ 7.74	46.15 $\pm$ 8.29	44.10 $\pm$ 4.31	0.976
4	Distancia primer molar	44.54 $\pm$ 4.78	44.56 $\pm$ 5.65	44.10 $\pm$ 4.31	0.954
5	Distancia segundo molar	50.76 $\pm$ 3.87	50.54 $\pm$ 3.71	50.13 $\pm$ 4.11	0.909

Pie de tabla: M1: Impresiones con alginato, M2: Impresiones con pvs, M3: Escáner intraoral, P: significancia estadística.

## DISCUSIÓN

Los modelos de yeso han sido considerados el estándar de oro en la investigación de la mayoría de los estudios de la dentición, y han sido utilizados con éxito en la odontología por más de 100 años<sup>6</sup>. Los modelos de yeso son una copia de la dentición, sin embargo, estos no son totalmente exactos ya que pueden presentar algunas alteraciones al compararlos con los dientes naturales debido a posibles cambios dimensionales durante su fabricación que puede ser en el material de impresión con alginato o pvs y/o vaciado del yeso.

Un hallazgo en este estudio fue que la arcada inferior fue mucho más susceptible a efectos de contracción y deformación en comparación con los modelos obtenidos de la arcada superior. Podemos suponer que el portaimpresión de la arcada inferior es de forma de herradura y el material de impresión tiene una base más reducida en tamaño; el caso de la arcada superior posee una base mucho más amplia ya que abarca las zonas del paladar duro, favoreciendo a una menor contracción y deformación de los materiales de impresión y por ende los modelos de estudio más precisos de las estructuras son los de las arcadas superiores<sup>11</sup>.

Una de las grandes ventajas del escáner intraoral es que es un método muy cómodo para el paciente ya que se pueden obtener los registros de los dientes con mucha rapidez. Para tomar impresión de alginato o con pvs de la arcada superior e inferior en promedio son once minutos, mientras que con un escáner intraoral con cierto entrenamiento se puede realizar aproximadamente en un minuto. Esto ha hecho que el método digital sea más aceptado por los pacientes<sup>12</sup>, sin embargo, al ser una tecnología relativamente nueva, el costo de un escáner puede convertirse en una limitación, más aún si consideramos el costo que representa una impresora 3D y el mantenimiento que estos aparatos requieren.

Es importante tomar en cuenta que dependiendo de la aplicación clínica final que se tenga del modelo deberán tomarse en cuenta algunas consideraciones especiales<sup>13</sup>. Algunos estudios muestran que existen limitaciones para poder registrar ángulos agudos y donde sugieren realizar terminaciones redondeadas y lisas para facilitar primeramente su registro<sup>14</sup>. La resolución de la impresión del modelo 3D también juega un rol importante en la obtención de un modelo digital<sup>15</sup>.

A pesar de que los modelos digitales tienen varias ventajas en comparación con los modelos de yeso, como la facilidad de almacenamiento de datos y transmisión de datos, es necesario que el clínico pase por una curva de aprendizaje en la práctica del manejo del escáner intraoral para familiarizarse con las ventajas que ofrece esta tecnología que se aplica al diagnóstico, plan de tratamiento, y la elaboración de aparatos ortodónticos.

Al realizar la sumatoria de todos los valores de las mediciones transversales de la arcada superior y la arcada inferior de los tres métodos encontramos que los valores promedio de las diferencia en las medidas de escáner intraoral y alginato fueron de 0.44mm, mientras que del escáner y pvs fueron de 0.23mm, estos valores nos muestran que desde el punto de vista clínico para su uso final como modelos de estudio son aceptables ya que se considera clínicamente aceptable un rango de diferencia de 0.50<sup>16</sup>. Estos hallazgos concuerdan con lo obtenido por Camardella y colaboradores, quienes determinaron que los modelos de estudio impresos con escáner intraoral son lo suficientemente precisos para las necesidades del tratamiento de ortodoncia. En este estudio se encontraron algunas diferencias en las medidas transversales encontradas en los modelos de yeso en comparación con los modelos impresos y escaneados de forma digital, sin embargo, la precisión y la fiabilidad de los modelos digitales son clínicamente aceptables, a excepción de la sobremordida, concluyendo que los modelos digitales se pueden utilizar para el tratamiento, planificación y fabricación de dispositivos en la ortodoncia<sup>17</sup>.



De acuerdo con los resultados obtenidos de las cinco mediciones transversales con impresiones con alginato, impresiones con pvs y escáner intraoral, podemos determinar que no existen diferencias significativas entre los tres métodos y podemos concluir que el método del escáner intraoral es exacto y viable para un diagnóstico preciso, así como para los diversos tratamientos utilizados en ortodoncia.

Una de las limitaciones de este estudio es una muestra relativamente pequeña, sin embargo, se puede considerar representativa. En un estudio de poder, aplicando la fórmula descrita por Pandis asumiendo un 80% de potencia y un alfa de 0.05, muestra que 10 pares de modelos dentales impresos para cada grupo son necesarios para mostrar diferencias estadísticamente significativas<sup>18</sup>.

## CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticas significativas entre el M1: Impresiones con alginato, M2: Impresiones con pvs, M3: Escáner intraoral. Con estos resultados concluimos que el sistema de escaneado intraoral en conjunto con la tecnología de impresión 3D es lo suficientemente preciso para poder reproducir tanto las estructuras dentales como la de las arcadas dentarias, por lo que el escáner es sumamente útil tanto para el diagnóstico como para la fabricación de determinados dispositivos en Odontología. Sin embargo, es importante saber cuál será la aplicación clínica final del modelo digital impreso ya que dependiendo de eso será necesario complementarlo con una adecuada tecnología de impresión 3D.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Papadiochos I, Papadiochou S, Emmanouil I. The historical evolution of dental impression materials. *J His Dent.* 2017; 65(2): 79-89.
2. Phillips RW. *La ciencia de los materiales dentales de Skinner.* 9a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 1993.
3. Cova Natera JL. "Materiales de impresión". *Biomateriales dentales: para una odontología restauradora exitosa.* 3 ed. Medellín, Colombia: AMOLCA; 2019.
4. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1988; 117(6): 715-720. DOI: 10.14219/jada.archive.1988.0096
5. Budak I, Keser B, Sokovic M. Application of contemporary engineering techniques and technologies in the field of dental prosthetics. *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering.* 2012; 54(2): 233-241.
6. Geetha T. A comparison of plaster, digital, and reconstructed study model accuracy. [Masters Thesis]. Chennai, India: Ragas Dental College and Hospital; 2011. Disponible en: <http://repository-tnmgrmu.ac.in/3916/2/240502311geethathirunavukkarasu.pdf>
7. Freedman M, Quinn F, O'Sullivan M. Single unit cad/cam restorations: a literature review. *J Ir Dent Assoc.* 2007; 53(1):38-45.
8. Ahad AR, Kobashi S, Tavares JMRS. Advancements of image processing and vision in healthcare. *J Healthc Eng.* 2018: 8458024. DOI: 10.1155/2018/8458024

9. Serrat Barón M. Evaluación in-vitro de la precisión de los escáneres de uso en la Odontología digital para la confección de estructuras para prótesis sobre implantes. [Tesis doctoral]. Barcelona: Universitat Internacional de Catalunya, Departament d'Odontologia; 2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10803/461768>
10. Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of cad/cam restorations. *J Dent.* 2007; 35(12): 903- 908. DOI: 10.1016/j.jdent.2007.08.008
11. Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW, Redmond WR. Intraoral digital scanners. *J Clin Orthod.* 2014; 48(6): 337-347.
12. Burzynski JA, Firestone AR, Beck FM, Fields HW, Deguchi T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018; 153(4): 534-541. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.08.017
13. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: A systematic review of influencing factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2018; 26(3): 101-21. DOI: 10.1922/EJPRD\_01752Abduo21
14. Ahlers MO, Mörig G, Blunck U, Hajtó J, Pröbstere L, Frankenberger R, Guidelines for the preparation of cad/cam ceramic inlays and partial crowns. *Int J Comput Dent.* 2009; 12(4): 309-325.
15. Teramoto Ohara A, Nicolás Rosa L, Rojas Escartín AK, Rodríguez Pinzón YT. Estudio comparativo de modelos de estudio dentales utilizando diversas impresoras 3D. *Revista Digital@ULA.MX.* 2020; 1(3): 15-22. <http://portaldeinvestigacion.ula.edu.mx/investigacion/images/pdf/2020/Revista-Digital-ULA-vol.-3.pdf>
16. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124(1): 101-105. DOI: 10.1016/s0889-5406(03)00152-5
17. Camardella LT, Vilella OV, Breuning H. Accuracy of printed dental models made with 2 prototype technologies and different designs of model bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017; 151(6): 1178-1187. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.03.012
18. Pandis N. Sample calculations for comparison of 2 means. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012; 141(4): 519-521. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.12.010