



REPRODUCCIÓN DEL DETALLE DE DOS TÉCNICAS DE IMPRESIÓN: CONVENCIONAL vs DIGITAL

ESTUDIO CUASI EXPERIMENTAL *In Vitro*

Macana O. Montaña B. Sierra D. Villaquirán L*
Cuellar M. **
Suárez A. ***
Ibañez E. ****

RESUMEN

Objetivo: Comparar la reproducción de detalle de 2 técnicas de impresión: digital frente a la convencional.
Métodos: Se fabricó un modelo maestro similar al reportado por la norma ANSI/ADA #19, para evaluar la reproducción de detalle de 3 líneas de 35, 55 y 85 micras. Del cual se tomaron 50 muestras de impresión convencional y 50 de impresión digital. Posteriormente se analizó la reproducción de detalle del largo (RLL) y del ancho (RAL) de cada línea por medio de una escala de medición con estereomicroscopio a una magnificación de 40 X para las impresiones convencionales y para las digitales se evaluó por medio del software del escáner digital intraoral. A los resultados encontrados se le aplicó las pruebas estadísticas U de Mann-Whitney y W de Wilcoxon. **Resultados:** Al comparar las técnicas de impresión convencional y digital se encontró que la reproducción de detalle en el ancho de la línea de 35 y 55 μm no presentó diferencias estadísticamente significativas con un $p= 0.699$ y 0.186 respectivamente, mientras que para la línea de 85 μm presentó diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,044$) favoreciendo la técnica convencional. Al comparar la reproducción del detalle, a lo largo de la línea, presentó diferencias estadísticamente significativas para las tres líneas con un valor $p: 0.012, 0.036$ y 0.0001 respectivamente favoreciendo a la técnica convencional. **Conclusión:** La impresión técnica convencional presenta mayor reproducción del largo de las tres líneas que la impresión digital. La técnica de impresión convencional presenta mayor reproducción de detalle del ancho de la línea de 85 micras que la impresión digital.

Palabras Clave: Técnica de impresión Dental, Polivinilil siloxano, Materiales De Impresión Dental.

ABSTRACT

Objective: To compare the surface detail reproduction of two impression techniques: digital versus conventional. **Methods:** A master model as described by the ANSI/ADA standard # 19 was fabricated in order to evaluate the surface detail reproduction of 3 lines measuring 35, 55, and 85 μm . 50 conventional and 50 digital dental impressions were taken. Both length detail reproduction (LDR) and with detail reproduction (WDR) of each line was analyzed using a measuring scale with a stereo microscope at a 40X magnification for conventional impressions. For digital impressions, an intraoral digital scanner was employed. Mann-Whitney U and Wilcoxon W statistical tests were implemented. **Results:** When comparing both techniques, it was found that detail reproduction for with lines measuring 35 to 55 μm , no statistically differences ($p = 0.699$ and 0.186 , respectively) were found, while 85 μm line showed a statistically significant difference ($p=0.044$), favoring the conventional technique. When comparing reproduction detail along the line, statistically significant differences for the three lines were observed ($p=0.012, 0.036$, and 0.0001 respectively) favoring the conventional technique. **Conclusion:** The conventional impression technique has a higher detail reproduction along the three lines when compared to digital impressions. The conventional impression technique has a greater detail reproduction for 85 μm width line than the digital technique.

Keywords: Impression Technique, Vinyl Polysiloxane, Dental Impression Materials.

*Estudiante postgrado de Protopodencia, Bogotá. Institución Universitaria Colegios de Colombia, UNICOC.
**Especialista en Protopodencia – Docente Posgrado de Protopodencia. Investigadora Centro de investigación Institución Universitaria Colegios de Colombia - Bogotá UNICOC.
***Odontóloga - Especialista en epidemiología U. El Bosque Asesora metodológica - Institución Universitaria Colegios de Colombia. UNICOC
****Ingeniero Catastral, Especialista en Estadística, Universidad Nacional de Colombia. Asesor estadístico

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación oral tiene como objetivo devolver función y estética mediante procedimientos que garanticen adaptación y biocompatibilidad. Siendo un factor decisivo la precisión con la que se reproducen los detalles para lograr el éxito de las restauraciones.⁽¹⁾

Los modelos de trabajo representan un método históricamente empleado para la fabricación de restauraciones. Los cuales se obtienen comúnmente, por una impresión con materiales elastoméricos con técnica convencional y posteriormente se realiza un vaciado en yeso, cuya característica debe ser la precisión para lograr una adecuada adaptación y longevidad de la restauración.⁽²⁻⁴⁾

Diversos autores reportan algunas características de los materiales de impresión necesarias para garantizar su precisión, dentro de las que se encuentran: estabilidad dimensional (contracción de polimerización), recuperación elástica, biocompatibilidad con el medio oral, tiempo de trabajo, fluidez (humectabilidad), manipulación del operador y características propias del material.⁽²⁻⁵⁾

Hacia 1970, surgen los polivinil siloxanos (PVS), materiales de impresión de polimerización por adición caracterizados por tener una estabilidad dimensional del 99.85%, recuperación elástica del 99%, exactitud de reproducción de detalle entre 2 a 25 μm , ángulo de contacto entre 110 y 120°.⁽⁴⁾

Al trabajar estos materiales, en medio húmedo, se presenta una limitante para la copia del detalle, ya que no existe un PVS con características altamente hidrofílicas, afectando su humectabilidad o capacidad de fluir. Para contrarrestar este problema se han introducido al mercado siliconas con surfactantes (aniónicos, no iónicos y catiónicos) lo que disminuye el ángulo de contacto permitiendo la toma de impresión en medios relativamente húmedos.^(6,7)

Con un material altamente confiable como lo son los PVS, en cuanto a su propiedades y reproducción de detalle, se ha reportado en la literatura diversas limitaciones como la contaminación de la silicona, la compatibilidad del yeso (tamaño de los cristales, ángulo de contacto entre el yeso y los PVS), el tipo de cubeta a usar y las habilidades del operador; los cuales pueden alterar la fidelidad del copia y a su vez la exactitud de la restauración final.⁽⁸⁾

Duret y Preston en 1971, introdujeron la tecnología digital en odontología restaurativa con el concepto CAD/CAM, (Computer Aided Design /Computer Aided Manufacturing). En 1983 Mörmann⁽⁹⁾; fabricó la primera restauración totalmente CAD/CAM y contribuyó al desarrollo del sistema CEREC.^(10,11)

Los sistemas CAD / CAM se desarrollan sobre 3 elementos: la obtención de datos, procesamiento y la manufactura. A su vez, dependiendo del lugar donde se encuentren, los escenarios son: 1) consultorio, 2) laboratorio, 3) centro de producción.^(12,13)

El sistema de consultorio permite la generación de modelos 3D en tiempo real, debido a la captura digital de imágenes o video. Existen diversos sistemas en el mercado (CEREC, 3Shape, LavaCOS).

El sistema Omnicam de CEREC, utiliza la tecnología de “triangulación de luz” que se basa en la intersección de tres haces de luz lineal para localizar un punto.

El sistema Trios (3Shape), usa tecnología de captura de 3000 imágenes bidimensionales por segundo, combina cientos o miles de imágenes en 3D para crear la impresión digital final, basada en datos reales en lugar de superficies artificiales interpuestas.^(10,12,14,15)

Los escáneres intraorales o de consultorio representan una serie de ventajas tanto para el paciente como para el profesional: reducen los tiempos de consulta para toma de impresión aproximadamente en 8 a 15 minutos, la fabricación de un modelo de trabajo en yeso, mejora la comodidad del paciente y su percepción frente al tratamiento.⁽¹⁰⁾

La norma ISO 4823 del 2000 y la ANSI/ADA del 2004 (American National Standards Institute/ American Dental Association); estableció los estándares para evaluar la reproducción del detalle de los materiales elastoméricos utilizados en este tipo de impresiones.^(16,17)

En la actualidad se publican reportes de la exactitud de copia para los PVS, pero no existe suficiente evidencia para los ,escáneres intraorales.^(3,18-22)

Por lo anterior y teniendo en cuenta la necesidad de optimizar tiempos y garantizar la precisión de los tratamientos restaurativos, el objetivo del presente estudio fue comparar la reproducción de detalle de 2 técnicas de impresión digital frente a la técnica convencional.

Hipótesis nula: No existe diferencia en la reproducción de detalle de dos técnicas de impresión digital, frente a la técnica convencional.

Hipótesis alterna: Existe diferencia en la reproducción de detalle de dos técnicas de impresión digital, frente a la técnica convencional.

MÉTODO

Se realizó un estudio cuasi experimental *in vitro*. La unidad de observación estuvo constituida por 50 muestras de impresión convencional y 50 muestras de impresión digital, sobre un modelo maestro en acero inoxidable para evaluar la reproducción de detalle de una línea de 35, 55 y 85 micras. Los criterios de exclusión fueron escáneres de uso exclusivo de laboratorio y materiales como hidrocoloides irreversibles, poliéteres y siliconas de condensación. Se declara no tener conflictos de interés con las casas comerciales involucradas en el estudio.

Las variables analizadas en la presente investigación se relacionaron con:

La reproducción del largo de la línea: la cual se determinó de acuerdo al porcentaje de la longitud total copiada: A) entre el 81-100% B) entre 51 al 80% C) menos del 50% D) no copia.

La reproducción del ancho de la línea: se evaluó respecto a la presencia o ausencia de la reproducción.

El proyecto de investigación fue aprobado por el comité de investigación UNICOC Colegio Odontológico Colombiano.

Procedimiento

Se realizó un modelo maestro en acero inoxidable similar al de la norma ANSI-ADA # 19,⁽¹⁶⁾ por medio de un torno de control numérico según planos diseñados en AUTOCAD (Figura 1). Las líneas del modelo maestro se realizaron por medio de una máquina de grabado laser (Perfect laser de BODOR) a 35 micras (μm), 55 micras (μm), y 85 micras (μm), las cuales se verificaron por medio de estereomicroscopia a 40x de magnificación para validar el ancho de las mismas. Se realizó una prueba piloto para estandarizar el procedimiento en la toma de la impresión convencional y digital.

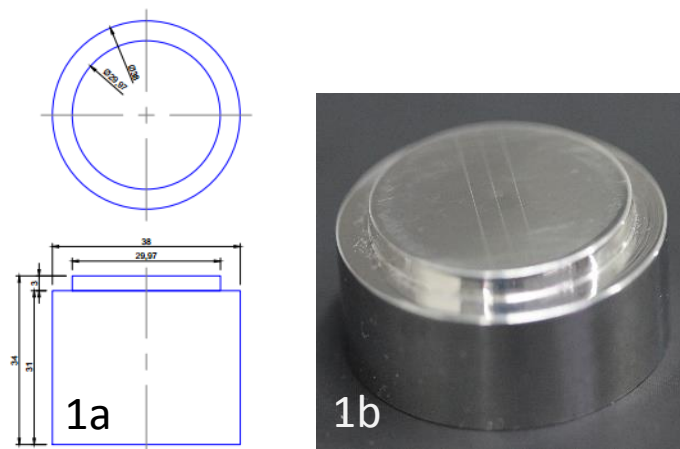


Figura 1: Modelo maestro. (1a) Planos de modelo, (1b) Modelo terminado vista lateral.

La muestra se dividió en 2 grupos:

Grupo 1: impresión convencional: Este grupo estuvo constituido por 25 impresiones con la silicona N° 1: Elite HD+ Light Body Normal Set (Zhermack) y 25 impresiones con la silicona N°2: Express® 2 Light Body Standard (3M ESPE) para un total de 50 muestras. Las impresiones del modelo maestro se realizaron por un solo operador, previamente calibrado, en un laboratorio con temperatura y humedad controlada. Se realizó la limpieza del modelo maestro por medio de ultra sonido por 30 segundos, posteriormente, se limpió con una pistola de vapor (Triton-Bego) para eliminar las impurezas de las líneas del modelo maestro. Se limpió el modelo con una torunda de algodón impregnada con metil-acetona para eliminar la humedad. (Figura 2a, 2b)

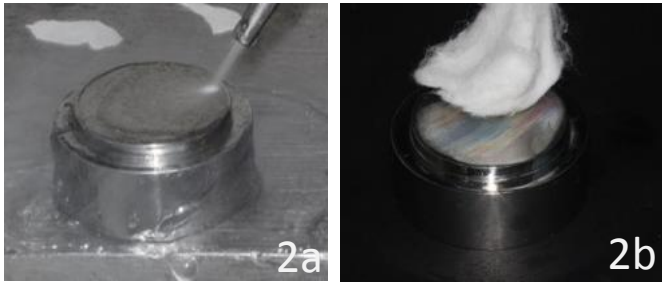


Figura 2: Limpieza de Modelo Maestro (2a) pistola de vapor, (2b) Acetona.

Se ubicó el anillo de acero inoxidable en el disco y se aplicó la silicona liviana con pistola de cartucho y su correspondiente punta mezcladora, desde la parte más externa en forma circular, hasta el centro del modelo. Posteriormente, se posicionó el disco de acero inoxidable y se colocó un peso de 300gr sobre el disco, para ejercer presión constante y uniforme sobre el modelo, logrando así la fluidez necesaria en la superficie de las líneas. Posteriormente se esperó el tiempo de polimerización recomendado según el fabricante y se dejó por 24 horas antes de realizar la evaluación de copia de las 3 líneas. (Figura 3a, 3b,3c)

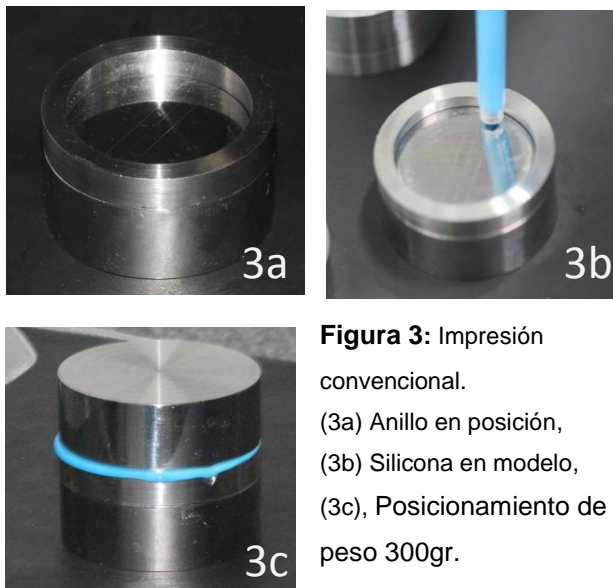


Figura 3: Impresión convencional.
 (3a) Anillo en posición,
 (3b) Silicona en modelo,
 (3c), Posicionamiento de peso 300gr.

GRUPO 2: IMPRESIÓN DIGITAL:

Este grupo estuvo constituido por 25 impresiones digitales con el escáner intraoral Ominican CEREC y 25 impresiones digitales con el escáner intraoral Trios 3Shape. Se tomaron las impresiones del modelo maestro con los dos escáneres intraorales seleccionados. Todas las muestras fueron digitalizadas por un solo operador previamente calibrado. Para este procedimiento se aplicó un spray opacador para evitar la reflexión de la luz de la cámara intraoral. Se procedió a realizar el escaneo de las 25 impresiones para cada uno de los escáneres. Todas las muestras se analizaron directamente en su respectivo software. (Figura 4a, 4b)



Figura 4: Impresión digital
 (4a) Tríos (3Shape), (4b) Omnican (CEREC).

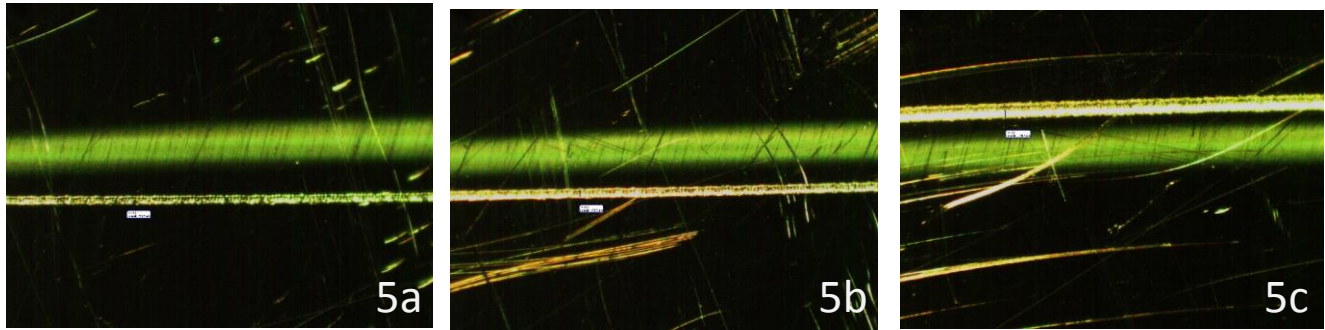


Figura 5: Imágenes esteromicroscopio (5a) línea 35 µm, (5b) línea 55 µm, (5c) línea 85 µm, magnificación 40X

MEDICIÓN DE LA REPRODUCCIÓN DEL DETALLE

Se realizaron dos observaciones por un experto calibrado analizando las variables y su respectiva escala de medición. Para la técnica convencional, se realizó una primera observación visual de la reproducción del largo de línea (RLL) y una segunda observación de la reproducción del ancho línea (RAL), la cual se realizó a través estereomicroscopia a una magnificación de 40X. Para la técnica digital se realizó una primera observación visual en el monitor del escáner, donde se evaluó la reproducción del largo de línea (RLL) y una segunda observación de la reproducción del ancho línea (RAL), la cual se realizó a través del software del escáner.

Después de realizar los dos procesos de medición se realiza la comparación de las dos técnicas y se determina la efectividad de los mismos.

Análisis estadístico

Los datos fueron digitados y tabulados en el programa Microsoft Excel 2010, con la información de los dos grupos de estudio. Se procesaron en el programa estadístico IBM SPSS Statistic versión 22 para ciencias de la salud.

Se aplicaron pruebas estadísticas U de Mann-Whitney, y de W de Wilcoxon para comparar los resultados de las técnicas convencional y digital en las líneas de 35(µm), 55(µm), y 85(µm), y realizar la evaluación de cada técnica con los diferentes materiales y escáneres. Se consideró significativo un valor $p < 0.05$.

RESULTADOS

Reproducción de detalle en largo y ancho de las dos técnicas de impresión:

Al comparar la reproducción del detalle en ancho entre las técnicas de impresión convencional y digital se encontró que: No presento diferencia estadísticamente significativa para la línea de 35 y 55 µm con un valor p de 0.699 y 0.186 respectivamente, mientras que para la línea de 85 µm hubo diferencias estadísticamente significativas ($p=0,044$) favoreciendo la técnica de impresión convencional.

Al comparar la reproducción del detalle en el largo entre las técnicas de impresión convencional y digital se encontró que: Presentó diferencias estadísticamente

significativas para las tres líneas 35, 55 y 85 micras ($p=0.012$, 0.036 y 0.0001) respectivamente favoreciendo a la técnica convencional.

Reproducción de detalle en ancho y largo entre los dos materiales de impresión convencional:

Al comparar la reproducción del detalle en ancho entre la silicona 1 y la silicona 2 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las líneas de 35 y 55 micras con un valor p de 0.308 y 0,083 respectivamente. La línea de 85 μm tuvo una reproducción del detalle del 100% para ambas siliconas.

Al comparar la reproducción del detalle a lo largo de la silicona 1 y la silicona 2 se encontró que: Los 2 grupos de silicona no presentaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las 3 líneas de 35, 55 y 85 micras. ($p = 0,18$; $0,27$ y 1) respectivamente.

Reproducción de detalle en ancho y largo entre los dos escáneres de impresión digital:

Al comparar la reproducción del detalle en ancho entre el escáner 1 y el escáner 2 no se presentaron diferencias estadísticamente significativas para las tres líneas de 35, 55 y 85 micras ($p=0,083$; $0,197$ y $0,397$) respectivamente.

Al comparar la reproducción del detalle, a lo largo, entre el escáner 1 y el escáner 2 se encontró no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la línea de

35 μm y 55 μm . ($p=0,065$ y $0,499$ respectivamente) mientras que para la línea de 85 μm si se presentó diferencia estadísticamente significativa ($p=0.001$) favoreciendo el escáner intraoral Ominican CEREC.

DISCUSIÓN

En la literatura analizada no existen reportes de la capacidad de reproducción del detalle de los escáneres intraorales, sugiriendo así la necesidad de utilizar el modelo maestro, propuesto por la ANSI/ADA, con el fin de observar, tanto la capacidad de reproducción de copia de los materiales de impresión elastoméricos como, de los escáneres intraorales⁽¹⁶⁾.

Petrie y Cols 2003⁽¹⁸⁾, Walker y Cols 2005⁽¹⁹⁾ y Pantz y Cols 2008⁽²³⁾, reportan que los PVS reproducen entre 2 a 16 micras, lo cual no concuerda con los resultados del presente estudio, donde sólo el 8% del total de la muestra de siliconas arrojó resultado positivo para la reproducción de la línea de 35 micras a través de una observación con estereomicroscopio a 40X. El primer factor que pudo influenciar este resultado, se encuentra relacionado a las líneas en el modelo maestro, elaboradas a través de un grabado láser, teniendo en cuenta que la norma no define la técnica para reproducir las líneas a ser copiadas y la limitada tecnología para generarlas, en tamaños tan reducidos. Encontrando con el láser una línea formada por múltiples puntos en lugar de una línea continua e ininterrumpida.

El segundo factor puede relacionarse a que las muestras se observaron según lo recomendado en la norma ANSI-ADA con estereomicroscopio a una magnificación 40X, presentando inconvenientes con la iluminación suministrada por este, la cual en algunas muestras no permitía observar línea de 35 micras, aunque se observaran visualmente.

El presente estudio encontró que la reproducción a lo largo de la línea de 35, 55 y 85 micras por parte de las siliconas fue de 55, 55 y 57% respectivamente y de los escáneres fue de 46, 45 y 44 % respectivamente, con una diferencia estadísticamente significativa con un valor $p= 0.012, 0.036$ y 0.00012 respectivamente favoreciendo la técnica convencional. Esto posiblemente se relacione al funcionamiento de los escáneres, el cual se basa en la emisión de un haz de luz en forma de ondas en dirección al objeto escaneado, el cual refracta parte de la luz hacia el escáner y otro tanto se dispersa en el objeto. Cuando el objeto no posee la capacidad de absorber la luz, como lo es el modelo maestro, éstas regresan completas y no es posible reconocer forma alguna, por lo tanto, los fabricantes recomiendan el uso de agentes opacadores por lo general a base de óxido de aluminio en estructuras a escanear metálicas.^(24,25)

Kim y cols 2013⁽²⁶⁾, reportan que el uso de estos opacadores en capas muy gruesas puede afectar la exactitud de copia, en contraste Ender y col 2014⁽²⁷⁾, no

encontraron diferencia en la exactitud entre el uso o no de este tipo de opacadores. La literatura reporta que el uso indiscriminado de estas sustancias puede alterar la exactitud de copia. En el mercado se encuentran estos opacadores con diversos tamaños de partícula desde 5 hasta 16 micras. Willershausen y Cols 2012⁽²⁸⁾ reportaron, que no representa ningún riesgo para la viabilidad celular, en un estudio donde evaluaron la respuesta de los fibroblastos a este tipo de sustancias.

En la presente investigación sólo se determinó la reproducción del detalle de las 2 técnicas de impresión, no se evaluó la adaptación marginal y la adaptación interna que son factores que indican la calidad y el éxito de las restauraciones. Actualmente no hay un consenso de los valores biológicos aceptables de gaps marginales e internos. El valor aceptable clínicamente para el gap o espacio entre una restauración y la preparación dental ha sido discutido ampliamente en la literatura, encontrándose en un rango entre 39 a 120 μm .^(20,22,29,30) Estudios más recientes como el de Mously y Cols sugieren que el gap debe ser menor de 100 μm .⁽³¹⁾

Silva J y Cols en 2014⁽²⁹⁾, evaluaron la adaptación marginal entre la técnica convencional y digital (63 y 65 micras respectivamente), no encontrando diferencias estadísticamente significativas. A la evaluación de la adaptación interna encontraron que fue mejor en la técnica convencional (58 micras) en comparación

con la técnica digital (64 micras) siendo estadísticamente significativo.

Anadioti E y cols en 2014⁽³²⁾ evaluaron la adaptación interna de las restauraciones fabricadas con técnicas de impresión convencional y digital combinando la forma de fabricación prensada o maquinada presentaron mayor desadaptación la técnica digital-prensada (211micras), digital maquinada (145micras), convencional - maquinada (116micras) y convencional-prensada (110micras) siendo este último el de menor gap, estos últimos 3 no presentaron diferencia estadísticamente significativa.

Schaefer, O y Cols en 2014⁽²⁵⁾, evaluaron la adaptación marginal y adaptación interna de 4 escáneres (Lava COS, Itero, BlueCam, 3Shape), quienes reportaron que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre adaptación interna y marginal de los diferentes escáneres. Mostraron que el Itero presento mayor adaptación con un valor de 90 micras en la zona marginal y 92 micras en la zona interna, concluyendo en su estudio que la adaptación marginal de las restauraciones depende de la técnica y el equipo que se utilice.

Se recomienda realizar estudios de reproducción de copia de estas dos técnicas de impresión que simulen las condiciones actuales de la cavidad oral ya que, aunque el modelo de la ANSI/ADA provee información valiosa sobre la capacidad de copia no simula estas condiciones como la presencia

de saliva, la temperatura, el índice de refracción propio de los tejidos intraorales.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encontró que el software de los escáneres solo reconoce formas dentales por ende es complejo tratar de localizar las líneas, la distancia focal para la copia es variable en algunos escáneres.

CONCLUSIONES.

Con las limitaciones del presente estudio *in vitro* se concluye:

1. La técnica de impresión convencional presenta mayor reproducción de detalle del ancho de la línea de 85 micras que la impresión digital.
2. La técnica impresión convencional presenta mayor reproducción de detalle del largo de las tres líneas que la impresión digital.
3. La reproducción de detalle es similar en las dos siliconas evaluadas tanto en ancho como en largo.
4. Omnican (CEREC) presenta mayor de reproducción del largo de la línea de 85 micras que Trios (3Shape).

RECOMENDACIONES

Es importante generar un modelo que simule las condiciones de la cavidad oral, aunque el modelo de la ANSI/ADA provee información valiosa sobre la capacidad de copia no simula condiciones como la presencia de saliva, la temperatura, el índice de refracción propio de los tejidos intraorales.

BIBLIOGRAFÍA

1. GOPT-8. The Glossary Of Prosthodontic Terms. *Prosthet Dent*. 2005;94(1):10–92.
2. Rubel BS. Impression Materials: A Comparative Review of Impression Materials Most Commonly Used in Restorative Dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007;51(3):629–42.
3. Donovan TE, Chee WWL. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am*. 2004;48(2):445–70.
4. Hamalian TA, Nasr E, Chidiac JJ. Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *J Prosthodont*. 2011;20(2):153–60.
5. Donovan E. inyl siloxane impression properties and techniques materials : A review of. *J Prosthet Dent*. 1992;68:728–32.
6. German MJ, Carrick TE, McCabe JF. Surface detail reproduction of elastomeric impression materials related to rheological properties. *Dent Mater*. 2008;24(7):951–6.
7. Hill RM. Silicone surfactants - New developments. *Curr Opin Colloid Interface Sci*. 2002;7(5-6):255–61.
8. Polido WD. Digital impressions and handling of digital models : The future of Dentistry. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(5):18–22.
9. Davidowitz G, Kotick PG. The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dent Clin North Am*. 2011;55(3):559–70.
10. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent*. 2008;29(8):494, 496, 498–505.
11. Fuster-Torres MÁ, Albalat-Estela S, Alcañiz-Raya M, Peñarrocha-Diago M. CAD / CAM dental systems in implant dentistry: Update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009;14(3):3–7.
12. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*. 2008;204(9):505–11.
13. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater [Internet]*. The Academy of Dental Materials; 2012;28(1):3–12.
14. Zandparsa R. Digital imaging and fabrication. *Dent Clin North Am*. Elsevier Inc; 2014;58(1):135–58.
15. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent*. Elsevier Ltd; 2010;38(7):553–9.
16. Institute/American DANS, Association. Specification No. 19: Dental elastometric impression materials. p. 5. Chicago: American Dental Association p. p. 5.
17. ISO. Dentistry — Elastomeric impression materials. 2000;3 Edition.
18. Petrie CS, Walker MP, O'Mahony AM, Spencer P. Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression

- materials tested under dry, moist, and wet conditions. *J Prosthet Dent.* 2003;90(4):365–72.
19. Walker MP, Petrie CS, Haj-Ali R, Spencer P, Dumas C, Williams K. Moisture effect on polyether and polyvinylsiloxane dimensional accuracy and detail reproduction. *J Prosthodont.* 2005;14(3):158–63.
 20. Abdel-Azim T, Rogers K, Elathamna E, Zandinejad A, Metz M, Morton D. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry*; 2015;114(4):554–9.
 21. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-Arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent. The Editorial Council of the Journal of Prosthetic Dentistry*; 2013;109(2):121–8.
 22. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent [Internet]. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry*; 2014;112(3):555–60.
 23. Pant R, Juszczak AS, Clark RKF, Radford DR. Long-term dimensional stability and reproduction of surface detail of four polyvinyl siloxane duplicating materials. *J Dent.* 2008;36(6):456–61.
 24. Flugge T V., Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(3):471–8.
 25. Schaefer O, Decker M, Wittstock F, Kuepper H, Guentsch A. Impact of digital impression techniques on the adaption of ceramic partial crowns in vitro. *J Dent. Elsevier Ltd*; 2014;42(6):677–83.
 26. Kim S, Kim M-J, Han J-S, Yeo I, Lim Y-J, Kwon H-B. Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging. *Int J Prosthodont.* 2013;26(2):161–3.
 27. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int.* 2014;46(1):9–17.
 28. Willershausen, Ines / Lehmann, Karl Martin / Roß, Armin / Ghanaati, Shahram / Willershausen B. Influence of three scan spray systems on human gingival fibroblasts. *Quintessence Int.* 2012;6:534.
 29. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo É, Stimmelmayer M, Vieira LCC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig.* 2014;18(2):515–23.
 30. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen C-J, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry*; 2016.

31. Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD/CAM technology and the heat-press technique. *J Prosthet Dent. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry*; 2014;112(2):249–56.
32. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent. Editorial Council for the Journal of Prosthetic Dentistry*; 2014.