UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

Evaluación del uso de scanner intraoral (Virtuo Vivo de Straumann) en la determinación del índice de estetica periodontal (Pink Esthetic Score)

AMANDA VÁSQUEZ PERALTA
NATHALIE SÁNCHEZ PEÑA

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae para optar al Título de Cirujano Dentista.

Profesor Guía: Dr. Juan Pablo Aguilera Mardones

Santiago, Chile
2025

Agradecimientos:

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. Este trabajo representa no solo un logro académico, sino también el resultado del acompañamiento, apoyo y dedicación de quienes nos han guiado durante este proceso.

En primer lugar, agradecemos sinceramente a nuestro tutor Dr. Juan Pablo Aguilera, cuyo compromiso, orientación y constante disposición fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Sus observaciones y guía contribuyeron de manera decisiva a la calidad y rigurosidad de nuestro estudio.

Extendemos nuestro agradecimiento a docentes de la carrera como el Dr. Bruno Verdugo y a nuestra institución, por entregarnos las herramientas necesarias para la realización de esta investigación.

Agradecemos también a los participantes que colaboran de forma voluntaria y responsable con este proyecto. Gracias a su participación fue posible obtener información valiosa para el análisis y la comprensión de los resultados que aquí presentamos.

De manera especial, queremos agradecer a nuestras familias, por su apoyo incondicional, paciencia y comprensión. Cada palabra de ánimo y cada gesto de cariño nos acompañaron en los momentos más exigentes, impulsándonos a seguir adelante.

Santiago, Chile
2025

Índice:

1. Introducción 6
2. Marco teórico 8
2.1 Evolución histórica de la odontología 8
2.1.1 La odontología tradicional: enfoque funcional y terapéutico 9
2.1.2 Odontología contemporánea: integración entre función y estética 9
2.1.3 Transformación de las expectativas del paciente en la odontología 10
2.2 Factores determinantes de la sonrisa estética 11
2.3 Desarrollo de herramientas objetivas: Índices Estéticos 12
2.3.1 Índices estéticos gingivales/periodontales 13
2.3.2 Origen y desarrollo del Índice PES 14
2.3.3 Parámetros del Índice Pink Esthetic Score (PES) 15
2.3.4 Índice White Esthetic Score (WES) 15
2.3.5 Índice combinado PES/WES, y su aplicación clínica 15
2.4 Métodos tradicionales de evaluación estética 16
2.4.1 Fotografía digital convencional 16
2.4.2 Fundamentos de la fotografía intraoral 17
2.4.2.1 Dispositivos fotográficos y equipamiento auxiliar para la fotografía intraoral 18
2.4.3 Ventajas de la fotografía intraoral digital 19
2.4.4 Limitaciones de la fotografía intraoral 19
2.5 Tecnologías digitales estandarizadas 21
2.5.1 Escáneres intraorales 21
2.5.1.1 Clasificación y descripción de los escáneres intraorales 22
2.5.1.2 Escáneres intraorales más utilizados 22
2.5.1.3 Descripción del escáner intraoral Virtuo Vivo (Straumann) 23
2.5.2 Principios del escaneo intraoral 24
2.5.3 Aplicaciones clínicas del escáner intraoral en estética 24
2.5.4 Características del escáner intraoral 26
2.5.5 Ventajas del escáner intraoral 26
2.5.6 Limitaciones del scanner intraoral 27
3. Hipótesis: 27
4. Objetivos: 28
5. Metodología 28
a) Diseño del estudio: 28
b) Universo y muestra: 29
c) Criterios de inclusión y exclusión 29
d) Variables: 29
e) Técnicas de recolección de datos: 30
f) Análisis e interpretación de los datos: 33
g) Consideraciones éticas: 33
6. Resultados: 34
Comparación entre métodos (fotografía v/s scanner): 34

Comparación entre cada tesista y evaluador experto (por método): 35
Evaluación de capacidad diagnóstica (análisis categórico): 39
7. Discusión 40
7.1 Interpretación general de los resultados: 40
7.2 Concordancia entre métodos de captura 40
7.3 Comparación entre evaluadores 42
7.4 Análisis crítico de las discrepancias (por ítems) 43
7.5 Capacidad diagnóstica y categórica 45
7.6 Fortalezas del estudio 46
7.7 Limitaciones del estudio 46
7.8 Implicancias clínicas 47
7.9 Proyecciones y futuro de la técnica 48
8. Conclusiones 49
Referencias Bibliográficas: 50
Anexos 56
Anexo 1: Descripción del índice Pink Esthetic Score (PES) 56
Anexo 2: Ficha de Evaluación – Índice Pink Esthetic Score (PES) 57
Anexo 3: Consentimiento informado 58
Anexo 4: Puntajes y calibración sesión 1 y 2 62
Anexo 5: Datos/Puntajes PES de los casos del estudio principal 62
Anexo 6: Resultados estadísticos obtenidos mediante SPSS 62
Anexo 7: Tabulación de resultados 63

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar la concordancia diagnóstica entre la fotografía clínica digital estandarizada y el escáner intraoral Virtuo Vivo® (Straumann) en la determinación del Índice Pink Esthetic Score (PES) en dientes anteriores naturales, utilizando como referencia la evaluación de un experto. Se realizó un estudio observacional, analítico y transversal en una muestra de pacientes adultos, en quienes se obtuvieron registros mediante ambos métodos de captura en una misma sesión clínica.

Los resultados mostraron una alta concordancia global entre la fotografía convencional y el escaneo intraoral en la evaluación del PES. El análisis estadístico evidenció valores elevados del coeficiente de correlación intraclase (ICC), tanto para medidas individuales como promedio, indicando una consistencia alta a excelente entre ambos métodos. La comparación de puntajes no reveló diferencias estadísticamente significativas en el puntaje total del índice, observándose discrepancias puntuales solo en un ítem específico, sin impacto clínico relevante. El análisis de Bland–Altman mostró un sesgo cercano a cero y una adecuada dispersión de las diferencias dentro de los límites de concordancia del 95%, lo que confirma la ausencia de sesgo sistemático entre los métodos evaluados.

En conjunto, estos resultados indican que el escáner intraoral Virtuo Vivo® y la fotografía clínica digital estandarizada son métodos equivalentes y comparables para la evaluación estética periodontal mediante el índice PES, respaldando el uso del escaneo intraoral como una alternativa diagnóstica válida y fiable dentro de los protocolos clínicos y de investigación en odontología estética.

Palabras clave: Estética periodontal; Pink Esthetic Score; escáner intraoral; fotografía clínica digital; concordancia diagnóstica; evaluación estética.

Abstract

The aim of this study was to compare the diagnostic agreement between standardized clinical digital photography and the Virtuo Vivo® (Straumann) intraoral scanner in the assessment of the Pink Esthetic Score (PES) in natural anterior teeth, using an expert evaluator as reference. An observational, analytical, cross-sectional study was conducted in an adult patient sample, in which image records were obtained using both capture methods during the same clinical session.

The results demonstrated a high level of overall agreement between conventional photography and intraoral scanning for PES evaluation. Statistical analysis showed high to excellent intraclass correlation coefficient (ICC) values for both single and average measurements, indicating strong consistency between methods. No statistically significant differences were observed in the total PES scores between methods, with only isolated discrepancies detected in a specific item, without relevant clinical impact. Bland–Altman analysis revealed a mean bias close to zero and an adequate distribution of differences within the 95% limits of agreement, confirming the absence of systematic bias between the evaluated methods.

Overall, these findings indicate that the Virtuo Vivo® intraoral scanner and standardized clinical digital photography are comparable and equivalent methods for periodontal esthetic assessment using the PES. The results support the use of intraoral scanning as a valid and reliable diagnostic alternative within clinical and research protocols in esthetic dentistry.

Keywords: Periodontal esthetics; Pink Esthetic Score; intraoral scanner; digital clinical photography; diagnostic agreement; esthetic evaluation.

1. Introducción

En la actualidad, las exigencias estéticas de los pacientes en odontología han aumentado de manera considerable, especialmente en zonas visibles como el sector anterior maxilar, lo que ha posicionado la evaluación estética como un componente fundamental del éxito clínico. La armonía de los tejidos blandos alrededor de los dientes naturales y de las restauraciones dentales influye directamente en la satisfacción del paciente, así como en su bienestar emocional y en su percepción social y profesional (1,8,9).

La odontología ha evolucionado desde un enfoque predominantemente funcional hacia una visión integral que considera la función, la estética y la salud de los tejidos periodontales como elementos inseparables. Este cambio ha consolidado el desarrollo de la odontología estética, orientada no solo a restablecer la función oral, sino también a lograr una sonrisa natural y armónica. Asimismo, la percepción de la estética dental se encuentra influida por factores culturales e históricos, lo que evidencia que los criterios de belleza dental son dinámicos y variables según el contexto (1,8,9,36,37).

En este escenario, el avance de la fotografía clínica, la incorporación de sistemas digitales y la creación de protocolos estandarizados han transformado la forma de analizar y cuantificar la estética dental. La evaluación estética contemporánea no se limita exclusivamente a los dientes, conocida como “estética blanca”, sino que incorpora de manera esencial el análisis de los tejidos blandos peri dentarios o “estética rosa”, cuya interacción con las restauraciones condiciona el resultado estético y biológico del tratamiento (1,2,8,9).

Con el fin de estandarizar la valoración estética y reducir la subjetividad clínica, se han desarrollado métodos objetivos de evaluación. Entre ellos, el Índice Pink Esthetic Score (PES) se ha consolidado como una herramienta ampliamente utilizada para analizar la apariencia de los tejidos gingivales en relación con dientes naturales e implantes dentales. Este índice evalúa parámetros como la morfología de las papilas interdentales, el contorno y nivel de los tejidos blandos, la deficiencia del proceso alveolar, así como el color y la textura gingival, facilitando la comparación entre distintos casos clínicos y evaluadores (1–4,10–12).

Tradicionalmente, la aplicación del índice PES se ha realizado mediante fotografía clínica digital convencional, método accesible y ampliamente utilizado en la práctica odontológica. No obstante, esta técnica presenta limitaciones asociadas a factores técnicos como la iluminación, la angulación de la toma y la calidad de la imagen, además de una dependencia significativa de la experiencia del evaluador, lo que puede afectar la reproducibilidad de los resultados (1,13–15).

El desarrollo de la odontología digital ha impulsado la incorporación de escáneres intraorales como una alternativa potencialmente más precisa y reproducible para la captación de imágenes y la evaluación estética. Estos dispositivos permiten generar modelos tridimensionales de alta resolución de dientes y tejidos periodontales, integrándose a flujos digitales CAD/CAM; sin embargo, pese a sus ventajas, aún existen interrogantes respecto a su eficacia específica en la evaluación estética periodontal en comparación con la fotografía convencional, lo que hace necesaria su validación en distintos contextos clínicos (1,5,6,15,16,18,23,25).

Dado este contexto, el presente estudio busca, a través de la comparación de ambos sistemas de captura (fotografía convencional y escaneo intraoral), determinar si el escaneo intraoral mejora la precisión, reproducibilidad y detalle de la información obtenida para una mejor toma de decisiones clínicas en odontología restauradora e implantología (1,5,6). Aunque ambos métodos ofrecen ventajas en términos de comodidad y precisión, su influencia en los resultados estéticos no ha sido completamente explorada en estudios comparativos, lo que plantea la interrogante sobre si el método tradicional fotográfico sigue siendo competitivo frente a las tecnologías emergentes como el escaneo intraoral (1,5,23,25). El estudio radica en su relevancia para la práctica clínica diaria y para la estandarización de los protocolos de documentación y evaluación estética. La integración de herramientas digitales en el flujo clínico podría optimizar la evaluación estética sin comprometer la fiabilidad diagnóstica, mejorando la reproducibilidad y favoreciendo una práctica clínica más predecible y centrada en la estética (1,15,16). Asimismo, comprender la capacidad de los escáneres intraorales frente a la fotografía convencional permitiría establecer criterios claros sobre su utilidad en la evaluación de resultados estéticos y en la planificación de tratamientos complejos, especialmente en la rehabilitación del sector anterior (1,5,6,15,16,19). En definitiva, esta investigación busca aportar evidencia sobre la efectividad y confiabilidad del escaneo intraoral en la evaluación del índice PES, ofreciendo una base para la implementación fundamentada de tecnologías digitales en odontología restauradora e implantológica (1,5,6,15,16,23,25); por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar y comparar la concordancia en la determinación del índice Pink Esthetic Score (PES) mediante fotografía clínica digital convencional y escaneo intraoral utilizando el sistema Virtuo Vivo® de Straumann, en dientes anteriores naturales.

2. Marco teórico

2.1 Evolución histórica de la odontología

La historia de la odontología se remonta a miles de años atrás, con evidencias de prácticas dentales primitivas registradas en civilizaciones como la egipcia, mesopotámica, la india y grecorromana. En estas culturas, las intervenciones odontológicas se relacionaban principalmente con la necesidad de aliviar el dolor y tratar infecciones, siendo la extracción dentaria uno de los procedimientos más frecuentes. Asimismo, se han encontrado vestigios de prótesis elaboradas con materiales como marfil, hueso, piedras preciosas en metales, que cumplían una función más utilitaria que estética. En esta etapa temprana, la atención dental no constituye una disciplina médica independiente por lo que a menudo era brindada por personas como barberos, herreros, curanderos o médicos generales que tenían poca capacitación en el manejo de las dolencias dentales. Estas prácticas, aunque empíricas, sentaron las bases para el desarrollo posterior de la odontología como una ciencia estructurada. (7,33).

2.1.1 La odontología tradicional: enfoque funcional y terapéutico

A comienzos del siglo XIX y durante gran parte del siglo XX, la odontología era concebida principalmente como una disciplina centrada en la resolución de problemas funcionales y patológicos del aparato estomatognático. Los tratamientos odontológicos se enfocaban en resolver problemas funcionales, donde su propósito fundamental consistía en aliviar el dolor, tratar la caries dental, restaurar piezas dentarias perdidas, controlar enfermedades periodontales y atender otras afecciones y enfermedades de la cavidad oral (7).

En este contexto, la atención odontológica tenía un carácter eminentemente reactivo, ya que la razón para buscar atención dental era únicamente para tratamientos convencionales, y los pacientes solían acudir a consultar solamente ante la presencia de síntomas evidentes o cuadros clínicos avanzados que requerían intervención inmediata, asistían solo cuando había una necesidad obvia. La estética, en este enfoque tradicional, ocupaba un lugar secundario o incluso inexistente dentro de las prioridades terapéuticas (7). En este sentido, la estética dental no constituía una prioridad, ya que el objetivo principal de las prácticas era restituir la función masticatoria o reducir el sufrimiento. Solo con el paso del tiempo, y a medida que las sociedades desarrollaron una mayor valoración de la apariencia estética y el bienestar integral, fue cuando la dimensión estética comenzó a incorporarse como parte esencial de la odontología (33).

2.1.2 Odontología contemporánea: integración entre función y estética

En la actualidad los pacientes buscan cada vez más soluciones que no solo restauren la función oral, sino que también mejoren o mantengan una apariencia estética agradable. Esta tendencia responde, en gran medida, a una creciente conciencia sobre la imagen personal, influida por los medios de comunicación, las redes sociales y los avances tecnológicos que han facilitado el acceso a tratamientos estéticos.

Con un mundo en constante cambio, no se puede negar que la ciencia y la tecnología han avanzado significativamente, contribuyendo de manera sustancial al sistema de salud. Cabe destacar que los procedimientos y equipos odontológicos han evolucionado considerablemente, permitiendo que la odontología actual no se limite únicamente al tratamiento de dientes dañados, sino que también incluya procedimientos estéticos electivos (7,8,9).

2.1.3 Transformación de las expectativas del paciente en la odontología

En la actualidad la odontología es una profesión sanitaria altamente estructurada y basada en la ciencia, orientada a atender pacientes cada vez más exigentes. En las últimas décadas, esta disciplina ha experimentado una transformación significativa en cuanto a las expectativas y prioridades de los pacientes (7,10). La estética y la apariencia física se han convertido en atributos fundamentales que no pueden pasarse por alto, ya que contribuyen directamente a la personalidad del individuo (7,8).

La percepción del paciente sobre su sonrisa y apariencia juega un papel fundamental en la elección y satisfacción del tratamiento. Estos aspectos son de vital importancia porque reflejan el juicio del paciente. Las necesidades y el juicio del paciente pueden diferir de los indicadores objetivos de éxito del tratamiento, de modo que la evaluación de la satisfacción del paciente se considera crucial. La estética dental no solo afecta la función oral, sino también dimensiones psicológicas y sociales del individuo, como autoestima, confianza en sí mismo y percepción social, elementos claves del bienestar integral. Los pacientes que perciben sus dientes y encías armónicos y saludables experimentan una mejora en lo que es su seguridad personal y en la forma en que interactúan socialmente, lo que refuerza la importancia de considerar estas dimensiones subjetivas al momento de planificar los tratamientos odontológicos (1,4,7,10).

La salud general del individuo está determinada por una amplia gama de factores biológicos, psicológicos y sociales, y ha sido definida por la OMS como “un completo estado de bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedad” (35). En este sentido, la

salud bucal constituye un componente esencial del bienestar integral, dado que el complejo craneofacial participa en funciones fisiológicas indispensables como la masticación, el habla, deglución y expresión facial (35).

Alteraciones en la salud bucal pueden generar limitaciones significativas en las actividades cotidianas, produciendo malestar físico y afectando la calidad de vida de los pacientes. Estas alteraciones no solo impactan la función oral, sino que también pueden influir en la esfera psicológica y social, generando disminución de la autoestima, sensación de inseguridad, ansiedad, y preocupación por la apariencia personal. La percepción de una sonrisa poco armónica o de problemas estéticos puede afectar la interacción social y la autoconfianza, lo que resalta la importancia de integrar la dimensión subjetiva del paciente en la evaluación clínica (35).

Una mejora en la autoestima del paciente a través de la estética dental puede tener un impacto significativo en su percepción hacia sí mismo y en su confianza, tratamientos como carillas que cada vez son más demandados, blanqueamientos, ortodoncia, incluso restauraciones pueden mejorar la apariencia de la sonrisa, lo que aumenta su confianza, y percepción positiva de su propia imagen teniendo resultados positivos y satisfactorios (35).

Los cambios en la sociedad moderna han aumentado las exigencias de los pacientes, esta transformación de expectativas resalta la necesidad de herramientas diagnósticas fiables, como los escáneres intraorales, que ofrecen mediciones precisas y reproducibles de los tejidos blandos, permitiendo comparar resultados a lo largo del tiempo y mejorar así la planificación de los tratamientos estéticos, alineado a los resultados objetivos con la percepción subjetiva del paciente (5,15,21).

2.2 Factores determinantes de la sonrisa estética

Como se ha mencionado anteriormente, un objetivo de la odontología estética moderna es la colocación de un material restaurador que sea estéticamente agradable y que cumpla con las expectativas y necesidades del paciente. El reemplazo de uno o más dientes en el área maxilar anterior presenta un desafío para el clínico debido a la alta visibilidad de la zona y a las exigencias estéticas que eso conlleva. En esta región el tratamiento debe considerar una serie de factores, tales como, la coincidencia de la forma, el tono de la corona, el espaciamiento interdental, la topografía de la cresta, los contactos de la dentición opuesta, los hábitos parafuncionales y los deseos estéticos del paciente. Por otro lado, los parámetros fundamentales para una sonrisa estética son la posición de los labios, el estado del tejido gingival, el color, la forma, y la posición de los dientes (2).

En este contexto, un plan de tratamiento cuidadosamente diseñado, basado en un diagnóstico preciso y un conocimiento profundo de la morfología de la dentición natural, es imprescindible para lograr una rehabilitación exitosa de los dientes maxilares anteriores. De modo que, para alcanzar resultados predecibles y duraderos, es fundamental seleccionar materiales restauradores de alta calidad y técnicas de colocación que se adapten a las condiciones clínicas individuales (2).

2.3 Desarrollo de herramientas objetivas: Índices Estéticos

La búsqueda de una sonrisa armónica ha impulsado el desarrollo de métodos de evaluación estética objetiva, con el fin de evaluar los resultados clínicos con mayor precisión y reproducibilidad, además de estandarizar los procedimientos y optimizar los resultados (1,2,7). Es por esto que, en las últimas décadas, los clínicos han propuesto diversos criterios para llevar a cabo estas evaluaciones, entre ellos se encuentran los Índices estéticos (1,3,10).

Un índice estético no sólo proporciona una estimación del resultado visual de un tratamiento específico para el paciente, sino que también permite registrar y seguir los resultados a lo largo del tiempo, facilitando así el análisis de la estabilidad del procedimiento. Asimismo, posibilita la comparación de los resultados en distintas condiciones clínicas, lo que contribuye a evaluar la pertinencia de las indicaciones y sus efectos clínicos (3). Se trata de índices estéticos con alta reproducibilidad, que no se ven significativamente influenciados por la variabilidad entre diferentes observadores. Esto permite obtener resultados consistentes en la evaluación estética general, lo que respalda su recomendación para su aplicación en la práctica clínica como herramientas fiables y objetivas de valoración (2).

Un buen índice estético no solo debe mostrar una alta fiabilidad y una buena validez, sino que también debe ser fácil de usar, fácil de interpretar y, al mismo tiempo, proporcionar niveles suficientes para identificar diferencias sutiles, de modo que debe ser accesible tanto para los profesionales con experiencia como para aquellos con menos formación, permitiendo una evaluación objetiva y consistente en distintos contextos clínicos o de investigación (10).

Se debe considerar que la fiabilidad se refiere a la “consistencia de una medida”. Este concepto evalúa si un instrumento o método produce resultados coherentes a lo largo del tiempo o entre diferentes observadores. Es decir, se puede distinguir entre fiabilidad intraevaluador, que corresponde a la coincidencia de mediciones realizadas por un mismo investigador en momentos distintos, y fiabilidad interevaluador, que se refiere a la concordancia de resultados obtenidos por distintos examinadores al aplicar el mismo procedimiento (10). Por otro lado, la validez o precisión se relaciona con “el grado en que un método mide lo que pretende medir”. Se basa en la exactitud con la que un procedimiento

refleja la realidad del fenómeno evaluado. Habitualmente la validez se determina mediante la comparación con un patrón de oro, considerado la referencia más exacta o confiable disponible. En los casos en que dicho estándar no existe, la validez puede establecerse a través de la correlación con otros métodos reconocidos o con criterios previamente validados (10).

2.3.1 Índices estéticos gingivales/periodontales

A lo largo de las últimas décadas, la evaluación clínica de los tejidos blandos periodontales no sólo ha implicado medidas funcionales (como sangrado, profundidad de sondaje o pérdida ósea), sino también criterios estéticos que contemplan la forma, altura y presencia de papila interdental, así como la armonía gingival en la sonrisa. En este sentido, se han diseñado diversos índices que permiten cuantificar esas variables, desde sistemas básicos de sangrado interdental hasta instrumentos más sofisticados que integran múltiples parámetros estéticos de tejidos blandos periimplantarios (10). A continuación, se revisan algunos de los índices más relevantes, con especial énfasis en aquellos que abordan la papila interdental preámbulo necesaria antes de introducir el índice más ampliamente utilizado en odontología restauradora e implantología, Pink Esthetic Score (PES).

Papila Bleeding Index (PBI): Incorporado por Mühlemann HR., 1977, evalúa la inflamación gingival mediante el sangrado del margen papilar ante estímulo mecánico, va de una escala del 0 al 4 basada en la intensidad y extensión del sangrado (38).

Papila Index (PI): Introducido por Jemt T., 1997, evalúa la presencia y altura de la papila interdental alrededor de implantes unitarios y dientes adyacentes. Presenta una escala de 0 al 4, desde ausencia total = 0, hasta presencia completa de papila = 4 (39).

Interdental Papilla Index (IPI): Su autor es Nordland WP & Tarnow DP., 1998, se encarga de evaluar la pérdida de papila en base a la posición del punto de contacto y la cresta ósea interdental, va desde una clasificación del 0 al 3, desde papila completa hasta pérdida severa de la papila (40).

Papila Height index (PHI): incorporado por Choquet V. et al., 2001, determina la altura de la papila entre dientes y entre diente-implante según distancia vertical y horizontal. Mide en milímetros la distancia desde el punto de contacto a la cresta ósea (41).

Papila Presence Index (PPI): introducido por Cardaropoli D. & Cardaropoli G., 2004, encargado de cuantificar la altura de la papila interdental en dientes naturales en relación con el punto de contacto y la unión cemento-esmalte. Presenta una escala ordinal de 0 a 3: 0 = ausente, 3 = papila completamente presente (42).

Papilla Fill Index (PFI): autor, Becker W. et al., 2010. Se encarga de evaluar el grado de llenado interdental visual de la papila en sectores anteriores. Presenta una escala visual de 0 a 3 (0 = sin papila, 3 = llenado completo) (43).

Embrasure Deficit Index (EDI): introducido por Chang LC., 2011. Se encarga de medir el déficit o "triángulo negro" entre dientes y restauraciones. Se basa en análisis fotográfico o clínico del área interdental descubierta (44).

Implant Crown Aesthetic Index (ICAI): introducido por Meijer HJ et al., 2005, se encarga de evaluar parámetros estéticos del implante y su corona en relación con los tejidos blandos y duros (45).

En síntesis, estos índices representan el desarrollo progresivo de instrumentos destinados a objetivar la apariencia de la papila interdental y los tejidos blandos periimplantarios. Este avance metodológico sentó las bases para la creación de herramientas más integrales como el Pink Esthetic Score (PES).

2.3.2 Origen y desarrollo del Índice PES

En los últimos años se ha incrementado el interés por evaluar la estética de las restauraciones no solo desde el punto de vista clínico, sino también desde la percepción del propio paciente. Esto ha dado lugar al uso complementario de herramientas subjetivas, como cuestionarios de satisfacción, junto con métodos objetivos, entre ellos índices estéticos validados, como el Pink Esthetic Score (PES) y el White Esthetic Score (WES). (1-3,10).

En el año 1997 fue introducido el Índice de papila, el cual fue el primer índice estético diseñado para evaluar el tamaño de las papilas gingivales mesiales y distales de las restauraciones con un solo implante. Luego, en 2005 fue introducido por Fürhauser et al. el Índice Pink Esthetic Score (PES) como una herramienta para evaluar la estética de los tejidos blandos periimplantarios en la zona estética anterior (1,9,11,22,26). Cabe mencionar que el Pink Esthetic Score (PES) está diseñado y se utiliza en la práctica clínica para permitir una evaluación reproducible del tejido blando alrededor de los implantes de un solo diente, permitiendo una valoración objetiva de la estética en la zona anterior. También permite comparar resultados clínicos, ya que facilita la comparación de diferentes técnicas quirúrgicas y protésicas en términos de resultados estéticos y permite una planificación del tratamiento puesto que ayuda en la toma de decisiones clínicas al proporcionar una evaluación estandarizada de la estética periimplantaria (11,22). Más tarde, Belser y colegas refinaron el índice PES, incorporando el White Esthetic Score (WES) creando así un sistema de evaluación integral para restauraciones implantosoportadas (1).

Según una revisión crítica realizada en 2021, se analizaron varios índices estéticos y se encontró que el Índice Pink Esthetic Score (PES) tiene una alta fiabilidad y validez en comparación con otros índices. En consecuencia, el índice Pink Esthetic Score (PES) se considera actualmente como un índice estético fiable y eficaz para las restauraciones implantosoportadas individuales (1,10).

2.3.3 Parámetros del Índice Pink Esthetic Score (PES)

El Índice Pink Esthetic Score (PES) es un índice que evalúa la salud y el aspecto de los tejidos gingivales circundantes, se encarga de evaluar el tejido blando periimplantario en función de siete parámetros; papila mesial, papila distal, nivel de tejidos blandos, contorno de tejidos blandos, deficiencia de la apófisis alveolar, color de los tejidos blandos, y textura, evaluados en una escala de 0 a 2, siendo 0 el valor más bajo y 2 el más alto, con la siguiente interpretación: 0: Ausencia o deficiencia significativa del parámetro evaluado, 1: Presencia parcial o leve deficiencia y 2: Presencia completa o ideal del parámetro evaluado. El puntaje máximo posible es 14 puntos. (1,9,11) (Anexo 1). Cabe mencionar que las papilas se evalúan como completas/incompletas/ausentes. Los otros 5 parámetros se puntúan comparándolos con un diente de referencia.

2.3.4 Índice White Esthetic Score (WES)

Por otro lado, el Índice White Esthetic Score se encarga de evaluar las coronas implantosoportadas en función de cinco parámetros, donde encontramos la forma del diente, volumen/contorno del diente, color, textura de la superficie y translucencia (1). Este índice se centra en la parte visible de la restauración del implante en sí (1,2). Cabe señalar que a pesar de que el índice White Esthetic Score (WES) se ha convertido en un índice frecuentemente utilizado para evaluación estética de las restauraciones de implantes individuales, ha demostrado ser uno de los índices menos fiables entre otros 8 índices estéticos (Hof et al., 2018) (10).

2.3.5 Índice combinado PES/WES, y su aplicación clínica

El Índice Pink Esthetic Score/ White Esthetic Score incluye 10 ítems, donde tenemos la papila mesial, papila distal, curvatura de la mucosa facial, nivel de la mucosa facial, convexidad de la raíz, color, textura de los tejidos blandos, forma general del diente, contorno y volumen de la corona clínica. En este índice se puede obtener una puntuación máxima de 20 puntos, dos puntos por cada ítem (4).

El Índice combinado Pink Esthetic Score/White ESthetic Score (PES/WES) se ha consolidado como uno de los criterios protésicos estandarizados más fiables a seguir y ampliamente aceptado para la evaluación estética en rehabilitación del sector anterior o frontal/maxilar. Su aplicación no solo se limita únicamente sobre implantes, sino que también resulta válida y se puede utilizar para dientes naturales (2).

2.4 Métodos tradicionales de evaluación estética

Antes del desarrollo de tecnologías digitales avanzadas, la evaluación estética en odontología se sustentaba principalmente en métodos tradicionales, que combinaban la observación clínica directa, la fotografía convencional y la percepción subjetiva tanto del profesional como del paciente. Estos procedimientos, si bien fueron fundamentales en el desarrollo histórico de la odontología estética, dependían en gran medida de la experiencia del operador, las condiciones de iluminación y la interpretación visual individual, lo que podía generar variabilidad en los resultados y limitar la objetividad de las valoraciones (34).

Algunos de estos métodos son: La evaluación visual directa o clínica consiste en la observación del dentista sin el uso de herramientas auxiliares, identificando aspectos como el color, la forma, la alineación dental, los contornos gingivales, la simetría, la proporción de los dientes y la exposición de la sonrisa, entre otros. Esta técnica es simple, económica e inmediata; sin embargo, carece de objetividad, y su resultado puede verse afectado por factores como la fatiga visual del profesional, las condiciones del entorno o la interpretación subjetiva, generando diferencias significativas entre evaluadores (34).

Los encerados diagnósticos permiten simular los cambios estéticos deseados y evaluar distintos diseños antes de intervenir directamente en la boca del paciente. Constituyen una herramienta valiosa para la planificación del tratamiento y la toma de decisiones clínicas, pero presentan limitaciones: requieren tiempo y habilidad técnica, y los resultados visualizados en el modelo pueden diferir de lo que finalmente se logra en los tejidos blandos del paciente, sin siempre reflejar con precisión la apariencia final de la sonrisa (34).

Finalmente, la fotografía convencional surgió como un método complementario que permitió mejorar la documentación y análisis de los tratamientos estéticos, sirviendo como puente entre la observación clínica tradicional y los métodos digitales modernos. Su importancia histórica y su capacidad para capturar registros visuales estandarizados hacen de esta técnica la base conceptual para la transición hacia la fotografía digital convencional (34).

2.4.1 Fotografía digital convencional

Para llevar a cabo esta evaluación, se requieren métodos de captura de imágenes precisos y estandarizados. Entre ellos, la fotografía clínica convencional se ha consolidado como una herramienta fundamental en la práctica odontológica contemporánea. La fotografía digital intraoral se ha utilizado cada vez más en la rutina clínica como método auxiliar puesto que permiten documentar el estado inicial del paciente, planificar tratamientos, tomar registros dentales y evaluar los resultados con objetividad (12). Asimismo, cabe señalar que la fotografía intraoral ha sido de gran uso por su capacidad para capturar imágenes detalladas de las estructuras dentales y tejidos blandos, proporcionando una representación visual de los dientes, encías, y otras estructuras orales, ayudando en el diagnóstico, planificación y seguimiento del tratamiento (18).

2.4.2 Fundamentos de la fotografía intraoral

Hay muchas razones para utilizar la fotografía intraoral hoy en dìa, de modo que se han realizado diversos estudios científicos que han validado su uso, demostrando que presenta una alta precisión y fiabilidad al compararse con los métodos clínicos tradicionales, ya sea para evaluar restauraciones en el sector anterior o posterior, diagnóstico de lesiones de caries, lesiones traumáticas, desgaste dental, para evaluación de selladores, etc. Esta herramienta no solo permite evaluar con objetividad aspectos estéticos y funcionales, sino también el seguimiento longitudinal de los casos clínicos. Además, su estandarización y reproducibilidad contribuyen a mantener criterios diagnósticos consistentes, convirtiéndose en una técnica validada y ampliamente aceptada en la práctica odontológica contemporánea (12,17).

Estudios han demostrado que la fotografía intraoral es válida para evaluar fallas en restauraciones dentales, especialmente en dientes posteriores, con una precisión del 84,8% y valores de sensibilidad y especificidad del 87,5% y 89,3%, respectivamente (12). Respecto al diagnóstico ortodóntico se utiliza para registrar relaciones oclusales y la línea media dental. Sin embargo, la precisión disminuye significativamente si el ángulo de la cámara se desvía en tan solo 15 grados al evaluar la clasificación de Angle o 4 grados al juzgar la línea media (13). Por otro lado, para la evaluación de lesiones mucosas orales, en contextos de tele-odontología, la fotografía intraoral facilita la evaluación remota y el monitoreo de lesiones de mucosas orales, permitiendo una detección temprana y seguimiento a distancia (14). Su uso en esta área nos ayuda para evaluar mejor el riesgo, a través de la visualización del color, los márgenes, el tamaño, la textura, la apariencia y el sitio de la lesión, de modo que permiten

una documentación de los cambios visuales a lo largo del tiempo y facilitan la colaboración interdisciplinaria (14).

2.4.2.1 Dispositivos fotográficos y equipamiento auxiliar para la fotografía intraoral

El desarrollo de la fotografía clínica odontológica ha estado estrechamente vinculado al avance de los dispositivos de captura de imagen. Tradicionalmente, las cámaras réflex digitales de lente única (DSLR)) han sido consideradas el estándar de oro para la documentación clínica debido a su alta resolución, control manual completo de los parámetros de exposición (velocidad, apertura y sensibilidad ISO) y la posibilidad de intercambiar objetivos según la distancia focal requerida (46, 47). Estas cámaras permiten obtener imágenes nítidas, con una reproducción fiel del color y una profundidad de campo adecuada para capturar tanto estructuras dentales como tejidos blandos. Su utilización, sin embargo, requiere un conocimiento técnico avanzado y la incorporación de diversos accesorios complementarios (46).

Entre estos accesorios destacan los flashes anulares o duales, esenciales para lograr una iluminación homogénea y evitar sombras no deseadas en superficies reflectantes; los espejos intraorales, que permiten registrar zonas difíciles de acceder directamente (como caras linguales o palatinas); los separadores de mejillas y labios, necesarios para despejar el campo visual y evitar interferencias de tejidos blandos; los contrastadores, utilizados para resaltar los contornos dentales y eliminar fondos distractores; y los difusores de luz, que suavizan las sombras y reducen el brillo especular sobre el esmalte o las restauraciones (46,48,49).

En los últimos años, las cámaras digitales compactas y los teléfonos móviles con cámaras de alta resolución han adquirido popularidad como alternativas más accesibles. Estos dispositivos presentan ventajas en términos de facilidad de uso, costo reducido y portabilidad; sin embargo, su control limitado sobre la exposición, la profundidad de campo y la reproducción cromática puede comprometer la estandarización necesaria en la fotografía clínica odontológica (50). Algunos estudios han demostrado que, aunque las cámaras de teléfonos inteligentes recientes ofrecen una calidad de imagen aceptable para la documentación básica y la comunicación con pacientes, aún presentan limitaciones frente a las DSLR en la evaluación precisa de detalles anatómicos y en la calibración del color (51, 52).

En este contexto, la elección del dispositivo fotográfico debe basarse en el propósito clínico, el nivel de estandarización requerido y la disponibilidad de recursos. Para estudios de investigación y documentación científica, las cámaras reflex con accesorios especializados siguen siendo la opción más recomendable, mientras que los dispositivos portátiles pueden

resultar útiles como herramientas complementarias para el registro rápido y la comunicación clínica (47,51).

2.4.3 Ventajas de la fotografía intraoral digital

Las principales ventajas de la fotografía clínica intraoral incluyen su utilidad en el diagnóstico, su uso en la planificación del tratamiento, registros, su capacidad para facilitar la comunicación entre profesionales y pacientes, y su papel como herramienta legal y educativa. También la cantidad de tiempo disponible para evaluar las imágenes de los casos, puede impactar en la observación de más defectos, ya que durante el examen clínico algunos elementos pueden pasarse por alto, también registra con precisión manifestaciones de la cavidad oral; los usos secundarios incluyen publicaciones, marketing, etc. (12,17,19).

Su utilización en el seguimiento posterior es importante en encuestas de seguimiento a largo plazo, especialmente en ensayos controlados aleatorios y estudios prospectivos basados en la práctica clínica (12). La fotografía intraoral ha sido ampliamente utilizada como una herramienta clave en la evaluación estética, y usada en la rutina clínica como un método auxiliar, ya que permite registrar de forma estandarizada las condiciones clínicas del paciente. En este contexto, distintos estudios han empleado imágenes fotográficas para la aplicación del índice Pink Esthetic Score (PES), las cuales fueron tomadas con parámetros y métodos estandarizados. Además, su uso contribuye a optimizar el tiempo clínico al permitir evaluaciones estéticas eficientes sin necesidad de prolongar el tiempo en silla del paciente (1,12).

La valoración de la fotografía es un método válido para la evaluación de las restauraciones dentales, especialmente en el ámbito de la odontología restauradora y periodoncia estética. El método proporciona información significativa y es una herramienta potencial para su uso en la red de investigación basada en la práctica, mejorando el nivel de evidencia en la investigación clínica (12).

2.4.4 Limitaciones de la fotografía intraoral

Sin embargo, también presenta ciertas limitaciones. Las variaciones en las técnicas fotográficas, las marcas de las cámaras y los parámetros introducen errores potenciales. Las fotografías bidimensionales (2D), en particular, ofrecen perspectivas limitadas, lo cual representa un desafío al intentar valorar adecuadamente estructuras anatómicas delicadas y tridimensionales (1). Cabe señalar que puede verse afectada también por la necesidad de habilidades técnicas para obtener imágenes reproducibles, el uso de equipamiento especializado, y el requerimiento de un consentimiento informado del paciente (12).

Para poder lograr una buena fotografía dental digital, la estandarización es muy importante, es decir, es necesario tener una buena iluminación, exposición, posicionamiento del paciente, perspectiva, profundidad del campo y fondo consistentes (17). De igual forma, es necesaria una reproducción correcta del color y una resolución suficiente para registrar los detalles de los tejidos blandos y duros, lo cual es posible pero no siempre fácil de lograr (19). Ahora, no tenerlas dificulta una evaluación completa de los contornos de la papila y de los tejidos blandos, especialmente en la zona de los premolares, donde la morfología y la visibilidad son más complejas. Además, aspectos fundamentales o claves para la evaluación estética precisa, como el color y la textura de la encía, el contorno de los tejidos blandos y la forma de la corona pueden verse alterados si las imágenes se capturan desde un ángulo inadecuado o si la calidad de la imagen no es óptima. De modo que la fotografía intraoral puede no ser suficiente para evaluar con precisión la salud de los tejidos blandos, como encías y mucosa oral, debido a la influencia de factores ya mencionados como la iluminación, angulación incorrecta de la toma fotográfica y la resolución limitada de la cámara pueden distorsionar la percepción clínica. Esto puede llevar a interpretaciones erróneas sobre la salud de los tejidos blandos (1).

También es necesario considerar un correcto balance de blancos, el cual consiste en el proceso de eliminar matices de color poco realistas de las fotos, ya que de lo contrario puede verse alterada la reproducción fiel del color de las encías, mucosa oral, dientes, prótesis, etc., y alterar el diagnostico. En cuanto a los tejidos blandos, una buena reproducción del color es un excelente método para distinguir entre tejidos sanos y enfermos, como para registrar cambios patológicos; manchas blancas, inflamación, ulceración, quemaduras, laceraciones, carcinomas, etc. (19).

De igual forma, el diagnóstico de ciertas condiciones clínicas como la detección de lesiones de caries interproximales pueden ser difíciles de detectar mediante el uso exclusivo de fotografías intraorales, puesto que no siempre son claramente visibles en las imágenes bidimensionales. Por lo tanto, para lograr una valoración estética integral y precisa, es posible que se requieran fotografías intraorales tomadas desde múltiples ángulos o incluso recurrir al uso de tecnología más avanzadas como las imágenes tridimensionales (3D) las que permiten una visualización más fiel de la anatomía existente y de las restauraciones (1).

A pesar de estas limitaciones, la fotografía clínica continúa siendo el método de referencia en la mayoría de las clínicas, tanto por su accesibilidad como por su valor documental. Cada uno de estos usos mejora y eleva su estatus en la práctica dental, como mejora la prestación a los pacientes (17,19). Sin embargo, el surgimiento de nuevas tecnologías, como el escaneo intraoral, ha comenzado a ofrecer alternativas potencialmente más precisas y reproducibles

(16). Esto ha abierto el debate sobre qué método proporciona una evaluación estética más fiable, especialmente en la aplicación de índices como el PES.

2.5 Tecnologías digitales estandarizadas

En los últimos años, el campo de la odontología ha experimentado y ha sido testigo de notables avances tecnológicos, uno de los cuales es el desarrollo y la implementación generalizada de los escáneres intraorales. Estos dispositivos han revolucionado la forma en que los profesionales de la odontología capturan las impresiones dentales y registran la morfología de los tejidos orales, ofreciendo varias ventajas sobre los métodos tradicionales de toma de impresiones (15).

Cabe destacar que las tecnologías de impresión tridimensional (3D) son tecnologías avanzadas basadas en modelos digitales de diseño asistido por ordenador para crear objetos 3D personalizados de forma automática. Su uso ha sido ampliamente utilizado en los campos de la industria, ingeniería y fabricación. La impresión tridimensional tiene ventajas en ingeniería de procesos, con aplicaciones en odontología que van desde el campo de la prostodoncia, cirugía oral y maxilofacial, implantología, ortodoncia, periodoncia y endodoncia (16, 23).

2.5.1 Escáneres intraorales

Los escáneres intraorales son dispositivos auxiliares avanzados que se utilizan en odontología para capturar imágenes tridimensionales (3D) de alta precisión de la cavidad oral, incluidos los dientes y los tejidos orales circundantes. Estos sistemas emplean ópticas sofisticadas, sensores de imágenes y algoritmos de software para lograr impresiones digitales precisas. Mediante mecanismos como la proyección de luz estructurada, el movimiento multieje y la retroalimentación en tiempo real, los escáneres intraorales permiten un escaneo eficiente, registro detallado, rápido y completo de las estructuras, lo que contribuye al avance de la odontología digital y mejora los flujos de trabajo clínicos (15,21,24).

Cabe mencionar que con el avance progresivo de la tecnología aplicada en odontología, a principios de 1980 surgió y se desarrolló el diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés), y la fabricación asistida por ordenador (CAM) mejor conocido como CAD-CAM, donde se une la tecnología de fabricación avanzada (5,16,23). Esta innovación representó un punto de inflexión en la forma en que se diseñaban y fabricaban las restauraciones dentales, permitiendo la digitalización en el diagnóstico y el tratamiento, convirtiendo el trabajo digital en una tendencia importante en prostodoncia (16).

2.5.1.1 Clasificación y descripción de los escáneres intraorales

Los escáneres intraorales pueden clasificarse de diversas formas, principalmente según su tecnología de adquisición de imágenes, método de proyección de luz y sistema de funcionamiento. Estas clasificaciones permiten comprender sus diferencias en precisión, velocidad, facilidad de uso y aplicación clínica.

a) Según la tecnología de adquisición de imágenes:

1. Escáneres de luz estructurada: proyectan un patrón luminoso sobre la superficie dental y capturan su deformación mediante cámaras, permitiendo reconstruir la geometría tridimensional. Son rápidos, precisos y menos sensibles al movimiento del paciente. Ejemplos: *Virtuo Vivo (Straumann)*, *Trios (3Shape)* y *Planmeca Emerald S* (53,54).
2. Escáneres de láser confocal**:** utilizan haces de láser que registran puntos de la superficie dental a diferentes profundidades, ofreciendo alta resolución y exactitud, aunque requieren más tiempo de escaneo. Ejemplos: *CEREC Omnicam (Dentsply Sirona)* y *iTero Element (Align Technology)* (55).
3. Escáneres híbridos o multitecnología: combinan técnicas de luz estructurada y láser o añaden procesamiento por inteligencia artificial para optimizar el registro de texturas y color. Ejemplo: *Medit i700* y *CS 3800 (Carestream)* (56).

b) Según el flujo de trabajo digital:

- Sistemas cerrados: los datos obtenidos sólo pueden ser procesados dentro del software del fabricante (por ejemplo, *CEREC Omnicam*).
- Sistemas abiertos: permiten exportar archivos en formato *STL* o *PLY*, compatibles con diferentes softwares CAD/CAM y laboratorios. Este tipo favorece la interoperabilidad y la integración con otros sistemas digitales (57).

c) Según su propósito clínico:

- Escáneres intraorales clínicos**:** diseñados para uso directo en la cavidad oral.
- Escáneres de laboratorio: utilizados para digitalizar modelos de yeso o restauraciones, complementando el flujo digital clínico (53).

2.5.1.2 Escáneres intraorales más utilizados

En la práctica clínica moderna, los escáneres más empleados incluyen Trios (3Shape), iTero Element (Align Technology), CEREC Omnicam (Dentsply Sirona), Medit i700 (Medit Corp) y

Virtuo Vivo (Straumann). Todos estos sistemas se destacan por su precisión submilimétrica, rapidez de captura y compatibilidad con flujos digitales CAD/CAM. Su uso se ha expandido en rehabilitación protésica, ortodoncia y cirugía guiada, ofreciendo una visualización inmediata del modelo digital, con una precisión promedio entre 10 y 50 µm, comparable o superior a las impresiones convencionales (53–56).

2.5.1.3 Descripción del escáner intraoral Virtuo Vivo (Straumann)

El Virtuo Vivo (Dental Wings/Straumann®) es un escáner intraoral de luz estructurada diseñado para obtener impresiones digitales de alta fidelidad de las estructuras dentarias y gingivales. Se caracteriza por su diseño ergonómico, sistema sin polvo (no requiere recubrimiento previo de la superficie), y un software de visualización en tiempo real que ofrece modelos tridimensionales precisos de la cavidad oral (58).

Entre sus características técnicas más destacadas se encuentran:

- Captura 3D en color verdadero, permitiendo una mejor percepción de tejidos blandos y márgenes gingivales (58).
- Velocidad de escaneo elevada, con procesamiento en vivo y retroalimentación inmediata (58).
- Arquitectura abierta, que permite exportar archivos en formato STL o PLY compatibles con diversos sistemas CAD/CAM (58).
- Cabezal pequeño y diseño ergonómico, que mejora el acceso a zonas posteriores y la comodidad del paciente (58).
- Calibración automática y control térmico activo, que mantienen la precisión del registro durante sesiones prolongadas (58).
- Compatibilidad con software Dental Wings Open System y Straumann CARES®, lo que posibilita un flujo de trabajo completamente digital en restauraciones unitarias, rehabilitaciones complejas y planificación de implantes (58).

El Virtuo Vivo combina rapidez, precisión y una interfaz intuitiva, integrándose fácilmente en los protocolos clínicos digitales. Su precisión volumétrica, reportada entre ±15 y ±30 µm, lo posiciona entre los escáneres de mayor exactitud disponibles en el mercado, especialmente en sectores anteriores donde la evaluación estética del tejido blando es crítica (58,59).

2.5.2 Principios del escaneo intraoral

En los últimos años su uso ha permitido obtener óptimos resultados en la confección de restauraciones con diversos materiales, además de ofrecer al usuario una experiencia

interactiva y altamente precisa. Este sistema presenta 3 componentes esenciales, la primera, la unidad de adquisición de datos (scanner intraoral o extraoral), al ser introducido en la cavidad oral del paciente, comienza a registrar de forma continua una serie de imágenes detalladas de las estructuras dentales y los tejidos circundantes, segundo el software del programa que procesa las imágenes instantáneamente y las proyecta en una pantalla conectada, permitiendo al profesional observar en vivo la zona que está siendo escaneada, y por último el dispositivo de fresado o impresión 3D (5).

2.5.3 Aplicaciones clínicas del escáner intraoral en estética

Su aplicación y uso se extiende desde coronas unitarias hasta rehabilitaciones complejas, e incluso con soporte de implantes (5,6). Es una herramienta práctica, la cual es usada comúnmente en tratamientos de implantes dentales para pacientes edéntulos y parcialmente edéntulos. Presenta una precisión aceptable y mayor eficiencia en comparación con técnicas de impresión convencionales. Estas, ofrecen una visualización 3D en tiempo real que pueden ser utilizadas para evaluaciones posteriores (1,21). También pueden ser usadas en planificaciones prequirúrgicas y exámenes orales, pueden ser adecuados para tareas de evaluación estética, aunque su viabilidad requiere más investigación (1).

Los escáneres intraorales han transformado significativamente la práctica odontológica, ofreciendo nuevas formas de capturar, analizar y utilizar impresiones digitales de la cavidad oral. Sus aplicaciones abarcan múltiples especialidades, mejorando la precisión clínica, la eficiencia y la experiencia del paciente. Algunas de las aplicaciones más relevantes incluyen:

Prostodoncia y odontología restauradora: En prostodoncia y odontología restauradora, los escáneres intraorales permiten capturar impresiones digitales altamente precisas para la fabricación de coronas, puentes y restauraciones implantosoportadas. Este enfoque digital elimina la necesidad de materiales de impresión convencionales, reduce la incomodidad del paciente y minimiza las posibles imprecisiones asociadas a los métodos tradicionales (15).

Ortodoncia: Los ortodoncistas utilizan los escáneres intraorales para generar modelos digitales detallados de la dentición, facilitando la planificación y fabricación exacta de dispositivos ortodónticos, como aparatos fijos, alineadores transparentes y retenedores. Las impresiones digitales proporcionan información precisa sobre la relación oclusal y la morfología dental, optimizando la evaluación de los casos y la planificación del tratamiento (15).

Periodoncia y cirugía oral: En procedimientos periodontales y quirúrgicos, los escáneres intraorales permiten capturar imágenes detalladas de los tejidos blandos, contornos

gingivales y relaciones oclusales, lo que mejora la planificación de tratamientos como alargamientos de corona, injertos de tejido blando y regeneración ósea guiada. Esta información tridimensional contribuye a una mayor exactitud y previsibilidad de los resultados clínicos en conjunto con tomografías cone beam (15).

En este contexto, la combinación del escaneo intraoral con la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha permitido el desarrollo de guías quirúrgicas digitales de alta precisión. Mediante la fusión de los archivos STL obtenidos del escáner intraoral con los archivos DICOM provenientes de la CBCT, se genera un modelo tridimensional integral que integra tanto estructuras duras como blandas. Esta información combinada se procesa en software especializados de planificación quirúrgica (como Exoplan, Blue Sky Plan o 3Shape Implant Studio), los cuales permiten diseñar de manera virtual la posición de los implantes y la elaboración de guías quirúrgicas impresas en 3D que dirigen con exactitud la secuencia de fresado y colocación del implante. Esta integración tecnológica mejora la predictibilidad, la precisión operatoria y la seguridad clínica, reduciendo los errores humanos y optimizando los resultados estéticos y funcionales (5,15,23).

Odontología pediátrica: En el ámbito pediátrico, los escáneres intraorales ofrecen impresiones no invasivas y atractivas para los niños, al permitir visualizaciones en 3D que facilitan la comprensión de los tratamientos. Esta tecnología es útil en ortodoncia interceptiva y promueve la participación activa del paciente en el cuidado bucal, favoreciendo experiencias dentales más positivas y reduciendo la ansiedad asociada a los procedimientos tradicionales (15).

2.5.4 Características del escáner intraoral

Retroalimentación y captura en tiempo real: Implica entregar información en tiempo real al usuario, esto en forma de imágenes en vivo que se muestran en la pantalla de una computadora. A medida que el usuario va moviendo el escáner dentro de la cavidad oral, el dispositivo captura y procesa continuamente las imágenes emitiendo un sonido, proporcionando información visual inmediata para garantizar una cobertura completa y la calidad de los datos (15).

Movimiento multieje: Presenta cierta flexibilidad, la cual es esencial para capturar la arcada dental completa, incluyendo zonas posteriores que pueden ser difíciles de alcanzar con técnicas de impresión tradicionales. Está diseñado con un cabezal maniobrable el cual permite el movimiento de varios ejes, lo que permite acceder y escanear todas las áreas de la cavidad oral (15).

Diseño inalámbrico y portátil: Los escáneres intraorales modernos incorporan conectividad inalámbrica y diseños ergonómicos portátiles, lo que brinda mayor libertad de movimiento al operador durante el escaneo. Esta característica no solo mejora la comodidad y eficiencia en la toma de registros, sino que también facilita el acceso a zonas de difícil visibilidad dentro de la cavidad oral, optimizando la captura de datos y la experiencia clínica tanto para el profesional como para el paciente (15).

2.5.5 Ventajas del escáner intraoral

Las impresiones digitales presentan ciertas ventajas, como la eficiencia del tiempo clínico en el sillón dental, la visualización en tiempo real, mayor comodidad para el paciente, fácil comunicación con los laboratorios dentales, la versatilidad de un flujo de trabajo más fluido y preciso, también se incluyen la eficacia para pacientes con reflejo nauseoso y que es posible sobrescribir solo la parte donde la impresión no es clara (5,6). Asimismo, presentan un acceso rápido a la información diagnóstica en 3D y la transferencia de datos digitales para la comunicación con especialistas (6).

Esta visualización en tiempo real no solo facilita una navegación más eficiente dentro de la boca del paciente, sino que también proporciona retroalimentación inmediata sobre la calidad y la integridad de la digitalización. De este modo, el usuario puede identificar áreas que requieren mayor atención o que aún no han sido escaneadas con suficiente precisión, lo que asegura una cobertura completa y una recolección de datos exacta y confiable. Este proceso dinámico mejora significativamente la precisión diagnóstica y optimiza la preparación para procedimientos clínicos o restauraciones digitales posteriores (15).

2.5.6 Limitaciones del scanner intraoral

Sin embargo, presenta ciertas limitaciones, ya que la precisión del escaneo intraoral puede verse influenciado por la tecnología del escáner, calibración del dispositivo, sistema operativo, patrón de escaneo, las condiciones de escaneo con luz ambiental, procedimientos de corte y escaneado, extensión del escaneo digital, las características de las estructuras a escanear, tales como preparaciones dentales, restauraciones implantosoportadas y/o maxilares edéntulos parciales o totales (5,23).

También se ha visto en algunos casos que el software IOS ajusta automáticamente los datos de salida después de las impresiones digitales para corregir las omisiones de escaneo, lo cual puede introducir pequeñas imprecisiones al evaluar el volumen de las papilas y las coronas. De modo que estas imprecisiones pueden dar lugar a puntuaciones estéticas ligeramente más altas en comparación con las derivadas de las fotografías, es por esto que

se necesita más investigación para evaluar los resultados estéticos y eliminar los efectos de dichos ajustes automáticos (1).

En conclusión, la odontología contemporánea combina función, estética y bienestar integral, reconociendo que la percepción del paciente sobre su sonrisa influye directamente en su autoestima y calidad de vida. La integración de métodos objetivos, como los índices estéticos PES/WES, con herramientas digitales avanzadas, como la fotografía intraoral y los escáneres intraorales, permite evaluaciones precisas, reproducibles y centradas en el paciente. Este enfoque integral no solo optimiza los resultados clínicos, sino que también fortalece la satisfacción y participación del paciente, sentando las bases para investigaciones que comparen la eficacia de tecnologías digitales en la valoración estética, como el presente estudio con el escáner intraoral Virtuo Vivo frente a la fotografía convencional. Por lo cual surge la pregunta de investigación, ¿El uso del escáner intraoral permite una mejor concordancia diagnóstica en la evaluación del índice Pink Esthetic Score (PES), en comparación con la fotografía clínica convencional?. Esta comparación permitirá abordar una brecha actual en la literatura, aportando evidencia sobre la homologación entre métodos digitales de evaluación estética y fortaleciendo la toma de decisiones clínicas basada en tecnologías disponibles.

3. Hipótesis:

El escáner intraoral Virtuo Vivo ofrece una mejor concordancia diagnóstica que la fotografía digital en la evaluación del PES.

4. Objetivos:

Objetivo general:

Comparar la concordancia diagnóstica entre el escáner intraoral Virtuo Vivo® y la fotografía clínica digital en la evaluación del índice de estética periodontal (Pink Esthetic Score – PES).

Objetivos específicos:

1. Medir el Pink Esthetic Score (PES) a un grupo de pacientes mediante escáner intraoral Virtuo Vivo (Straumann) y fotografía intraoral digital estandarizada.
2. Analizar y comparar los resultados de ambos métodos de evaluación del Pink Esthetic Score (PES).
3. Evaluar la capacidad de cada método para identificar correctamente los casos estéticamente aceptables según PES.

5. Metodología

a) Diseño del estudio:

El presente estudio corresponde a una investigación de tipo observacional, analítico y transversal de comparación de métodos diagnósticos, cuyo objetivo es evaluar la concordancia entre dos métodos de análisis estético mediante la evaluación del Índice Pink Esthetic Score PES) cuando se utilizan imágenes obtenidas por fotografía clínica digital estandarizada versus escaneo intraoral Virtuo Vivo de Straumann, en dientes anteriores naturales. Este diseño implica que no se realiza ninguna intervención terapéutica ni experimental sobre los pacientes, ya que ambos métodos de registro son procedimientos diagnósticos habituales, no invasivos y de uso rutinario en odontología.

El alcance de este diseño se centra en la evaluación comparativa de concordancia diagnóstica, es decir, en determinar en qué medida los puntajes obtenidos mediante cada técnica coinciden entre sí y con el valor de referencia otorgado por un evaluador experto. Dado su carácter transversal, los registros se obtuvieron en un único momento por paciente, sin seguimiento a largo plazo.

La principal limitación inherente al diseño es que, al no tratarse de un ensayo experimental, no permite establecer causalidad, sino únicamente medir el grado de acuerdo y la exactitud diagnóstica entre los métodos comparados. Además, al emplearse un muestreo por conveniencia, los resultados pueden no ser completamente generalizables a otras poblaciones.

b) Universo y muestra:

La muestra está compuesta por 42 participantes adultos (10 para casos pilotos y 32 para casos a evaluar en estudio principal), seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, en la Clínica Odontológica de la Universidad Finis Terrae, la muestra está conformada tanto por pacientes atendidos en dichas clínicas como por estudiantes voluntarios de la misma institución, quienes debieron cumplir con los criterios de inclusión establecidos y firmar el consentimiento informado conforme a los lineamientos del Comité Ético Científico institucional antes de participar.

El cálculo del tamaño muestral se basó en el estudio de Wu et al. 2025 (1), mediante comparación de medias con prueba t pareada, considerando $\alpha = 0,05$ y potencia $(1-\beta) = 0,80$, utilizando el software G* Power 3.1.9.7. Se determinó un tamaño mínimo de muestra de 28

casos para detectar diferencias significativas en los puntajes del índice Pink Esthetic Score (PES) entre ambos métodos de registro.

c) Criterios de inclusión y exclusión

- Criterios de inclusión:
    - Pacientes mayores de 18 años.
    - Presencia de dientes anteriores naturales (incisivos y caninos).
- Criterios de exclusión:
    - Ausencia de dientes contiguos al diente evaluado
    - Restauraciones provisionales o en proceso de rehabilitación.
    - Pacientes con limitaciones para la toma de registros.
    - Pacientes con antecedentes de cirugía reciente en la zona evaluada
    - Pacientes embarazadas
    - Pacientes que estén bajo tratamiento ortodóntico
    - Pacientes portadores de prótesis removible

d) Variables:

Variable	Definición conceptual	Naturaleza de la variable	Nivel de medición	Instrumento u obtención de datos.	Indicador o codificación.
Método de obtención de imagen	Técnica mediante la cual se registra la información clínica para aplicar el índice Pink Esthetic Score (PES) (escáner o foto).	Cualitativa	Nominal.	Registro clínico de cada caso; codificación según método usado	1 = Escáner intraoral Virtuo Vivo® 2 = Foto grafía intraoral digital
Puntaje índice Pink Esthetic Score (PES) experto	Índice Pink Esthetic Score (PES) asignado por evaluador experto (valor de referencia)	Cuantitativa	Ordinal	Ficha estandarizada a índice Pink Esthetic Score (PES)	Total índice Pink Esthetic Score (PES) 0-14

e) Técnicas de recolección de datos:

Un profesional capacitado capturó fotografías digitales estandarizadas a cada paciente en vista frontal utilizando una cámara réflex digital con lente macro y flash anular. Las imágenes se tomaron con fondo neutro, retractores labiales, distancia fija y condiciones de iluminación controladas; asimismo un profesional entrenado realizó escaneos intraorales utilizando el escáner Virtuo Vivo® (Straumann) a cada uno de los pacientes, los archivos obtenidos en formato STL fueron visualizados mediante software específico para análisis tridimensional.

Ambas imágenes se capturaron en una misma sesión, bajo condiciones estandarizadas de iluminación y posición.

Las imágenes (fotografía o escaneo intraoral) que no cumplieron con los criterios de calidad predefinidos para su evaluación (por ejemplo: falta de nitidez, mala iluminación, presencia de artefactos, o pérdida de información en el registro), se procesaron de la siguiente manera:

- Reposición inmediata: se realizaron múltiples tomas por paciente en la misma sesión de registro (al menos dos fotografías y dos escaneos). De este modo, se seleccionó la imagen que cumpliera con los parámetros estandarizados de captura, eliminando aquellas de calidad insuficiente y que no formaron parte del estudio.
- Exclusión justificada: las imágenes que a pesar de las reposiciones no cumplieron con los criterios técnicos requeridos, fueron excluidos del análisis, dejando constancia escrita de la causa de exclusión.

Este plan garantizó la calidad metodológica del estudio y minimizó la pérdida de datos, evitando sesgos asociados al uso de registros incompletos o de baja calidad.

Las imágenes fueron evaluadas por las dos investigadoras, de forma ciega e independiente, utilizando el Índice Pink Esthetic Score (PES) propuesto por Fürhauser et al. (2005) (9). Este índice evalúa siete variables: papila mesial (ítem 1), papila distal (ítem 2), nivel del márgen gingival (ítem 3), contorno del tejido blando (ítem 4), deficiencia del proceso alveolar (ítem 5), color (ítem 6) y textura del tejido (ítem 7). Cada parámetro se califica de 0 a 2, sumando un máximo de 14 puntos.

Cada investigadora evaluó un total de 32 imágenes, compuestas por 16 fotografías clínicas digitales y 16 escaneos intraorales. Para evitar el sesgo de memoria, a cada tesista se le asignó imágenes de pacientes diferentes, de modo que no evaluó la fotografía y el escáner de un mismo caso. La distribución se realizó de forma aleatoria y codificada, garantizando que ambas evaluadoras trabajen de manera ciega, independiente y sin posibilidad de asociar imágenes del mismo paciente.

Para estandarizar la aplicación del índice Pink Esthetic Score (PES), en cada caso clínico se seleccionó uno de los incisivos centrales superiores (1.1 o 2.1) cómo diente a evaluar. La elección fue realizada por las tesistas, considerando cuál de los dos presentaba mayores alteraciones estéticas o características que justificaran su análisis. El incisivo contralateral se utilizó como referencia comparativa en los ítems que así lo requerían, siguiendo los criterios establecidos en el PES.

Antes de iniciar la fase de evaluación, ambas investigadoras (tesistas) junto con un evaluador experto fueron calibrados en la aplicación del Índice Pink Esthetic Score (PES), con el fin de asegurar la consistencia y confiabilidad en los criterios diagnósticos.

La calibración se llevó a cabo en dos etapas, primero una sesión teórica, en la que se revisaron los siete parámetros del Índice Pink Esthetic Score (PES) definidos por Fürhauser et al., utilizando ejemplos clínicos y material visual estandarizado. En una segunda instancia se realizaron dos sesiones de práctica (para evaluación interobservador e intraobservador), donde los evaluadores aplicaron el índice Pink Esthetic Score (PES) a un conjunto de 10 imágenes piloto (no incluidas en la muestra del estudio), compuestas solamente por fotografías clínicas (estándar de referencia). Los puntajes obtenidos fueron comparados y discutidos hasta alcanzar una concordancia adecuada.

Para evaluar la reproducibilidad de las evaluaciones, se calculó el coeficiente de correlación intraclase (ICC). Se consideró aceptable un ICC igual o superior a 0.75, lo que indica un nivel de concordancia bueno a excelente, según criterios establecidos por Koo y Li (2016) (20). Además de un análisis de concordancia categórica (Test Kappa > 80%). Una vez alcanzado estos valores se consideraron que los evaluadores estaban adecuadamente calibrados y solo una vez alcanzado este nivel de concordancia, se continuó con la evaluación de las imágenes oficiales del estudio.

Además de las evaluaciones realizadas por las dos investigadoras (tesistas), se incorporó una fase de evaluación inicial por un experto clínico, con experiencia en estética periodontal. Este evaluador aplicó de forma independiente el índice Pink Esthetic Score (PES) sobre todas las imágenes del estudio tanto fotografías como escaneos intraorales, bajo condiciones de enmascaramiento, esto lo realizó en dos sesiones separadas para eliminar sesgo de memoria (en una sesión evaluó solo las fotografías y en otra sesión evaluó los escáneres). Los puntajes obtenidos por el experto fueron considerados como valor de referencia o estándar diagnóstico frente al cual se contrastaron las evaluaciones realizadas por las tesistas.

El propósito de esta etapa fue determinar si las mediciones realizadas por las tesistas utilizando fotografía o escáner intraoral como método de adquisición se aproximan al criterio diagnóstico experto. Esta comparación permitió evaluar no sólo la concordancia entre métodos de captura, sino también la capacidad diagnóstica relativa de cada técnica, a través del análisis de exactitud, concordancia y error.

Finalmente, se reunió y procesó la información correspondiente a cada caso en forma independiente.

Este estudio puede presentar ciertos sesgos, tales como el sesgo de selección debido al muestreo por conveniencia, lo que puede limitar la generalización de los resultados. También puede existir sesgo de observador, considerando la naturaleza subjetiva de la evaluación con el índice Pink Esthetic Score (PES). Se intentó mitigar este riesgo mediante la calibración y enmascaramiento de los evaluadores. Por otra parte, el escáner intraoral podría no representar fielmente el color y la textura de los tejidos blandos, afectando la precisión en los ítems relacionados, lo que constituye un posible sesgo de medición. Además, el estudio contempló estrategias como la evaluación ciega y separada de las imágenes, la estandarización de condiciones de captura, el uso de codificación anónima, y la aplicación de herramientas estadísticas de concordancia (Kappa ponderado e ICC) que permitan validar la confiabilidad intra e interevaluador.

La metodología propuesta es adecuada, ya que ambas técnicas son de uso clínico habitual, no implican procedimientos invasivos ni riesgos físicos o psicológicos para los participantes, lo que los convierte en las herramientas más seguras y adecuadas para lograr los objetivos del estudio.

f) Análisis e interpretación de los datos:

Los datos obtenidos a partir de la evaluación hecha por las tesistas fueron analizados mediante el software estadístico SPSS (versión 31.0.1.0). Se aplicaron las siguientes pruebas, el test de normalidad de Shapiro–Wilk a los puntajes del índice Pink Esthetic Score (PES) obtenidos por ambos métodos; pruebas de comparación de medias, para datos con distribución normal, se usó la prueba t de Student pareada, y los datos con distribución no normal, se aplicó la prueba de Wilcoxon. Se evaluó la concordancia general entre métodos mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y gráficos de Bland-Altman para determinar el grado de acuerdo entre ambos procedimientos de evaluación. Se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

g) Consideraciones éticas:

El estudio fue sometido a evaluación y aprobación del Comité Ético Científico (CEC) de la Universidad Finis Terrae antes de su ejecución. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes de su inclusión en el estudio y previo a la recolección de datos, garantizando la confidencialidad y anonimato de la información (anexo 3). En este documento se explicó los objetivos, procedimientos, beneficios, posibles riesgos, el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones.

Este estudio observó estrictamente los principios éticos establecidos para investigaciones en salud, en concordancia con la Declaración de Helsinki, las normas del Ministerio de Salud de Chile y las directrices de ética de la Universidad Finis Terrae.

Toda la información recopilada durante el desarrollo del estudio fue manejada bajo estricta confidencialidad. Los datos personales de los participantes (pacientes y evaluadoras) fueron codificados mediante un número alfanumérico que no está vinculado al nombre, RUT ni a ningún otro dato personal del paciente, y se utilizó únicamente con fines académicos y científicos. No se registraron nombres, RUT, ni información que permita identificar directamente a los participantes en las bases de datos utilizadas para el análisis. Los únicos datos que se obtuvieron fueron imágenes clínicas (fotografías y escaneos intraorales) de los dientes anteriores, los cuales no incluyeron rostros completos ni elementos que permitan identificar a los pacientes.

Las investigadoras responsables son las únicas con acceso a la base de datos codificada, los archivos provenientes de los escaneos intraorales fueron almacenados en la plataforma Virtuo Vivo®, protegida bajo contraseña y con acceso restringido únicamente a las investigadoras. Las fotografías clínicas digitales fueron resguardadas en Google Drive institucional, con acceso restringido mediante contraseñas seguras y limitado a las investigadoras responsables del estudio.

Los documentos físicos, como el instrumento de recolección de datos y los consentimientos informados firmados por los participantes, quedaron bajo custodia de la investigadora Nathalie Sánchez, encargada de su conservación, y solo podrán ser revisados en caso de auditoría ética.

Toda la información será mantenida en resguardo por un período de **5 años** a partir de la finalización del estudio y posteriormente será eliminada de manera definitiva, asegurando la confidencialidad y anonimato de los participantes.

6. Resultados:

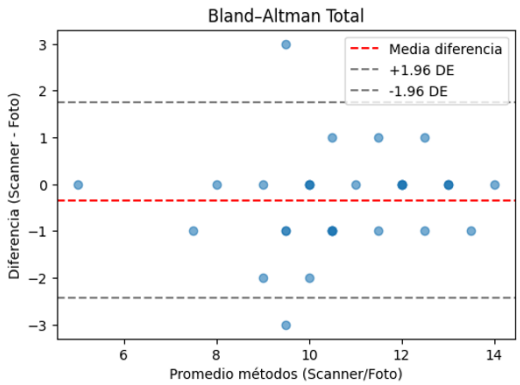
En esta sección se presentan los resultados del análisis estadístico del índice Pink Esthetic Score (PES) realizadas por las tesistas y el evaluador experto. Durante la fase de calibración se obtuvieron valores de Kappa entre 0,74 y 1,00, con varios ítems que alcanzaron concordancia perfecta y valores de ICC para el puntaje total entre 0,838 y 0,95, lo que evidencia un acuerdo muy alto y una calibración consistente previa al estudio principal.

Comparación entre métodos (fotografía v/s scanner):

Los resultados de concordancia general entre métodos, correspondientes a la comparación entre el escáner intraoral Virtuo Vivo® y la fotografía convencional para la obtención del Índice Pink Esthetic Score (PES), indicaron que los datos no siguieron una distribución normal, lo que justificó el uso de la prueba de Wilcoxon tanto para los ítems individuales como para el puntaje total. Solo el ítem 2 (papila distal) presentó una diferencia estadísticamente significativa entre ambos métodos, lo que sugiere que, en la mayoría de los parámetros evaluados del índice PES, los resultados obtenidos son comparables.

Los valores del coeficiente de correlación intraclase (ICC) mostraron una concordancia alta a excelente, con un ICC de medias únicas de 0,855 (IC 95%: 0,725–0,927) y un ICC de medias promedios de 0,922 (IC 95%: 0,840–0,962), según los criterios propuestos por Koo y Li (2016). En conjunto, estos resultados evidencian una elevada consistencia y reproducibilidad entre el escáner intraoral y la fotografía convencional en la determinación del índice PES.

Figura 1. Gráfico de Bland–Altman para la comparación global entre el escáner intraoral y la fotografía convencional en el Índice Pink Esthetic Score (PES total)



En la figura 1, el gráfico muestra las diferencias individuales entres los puntajes obtenidos mediante el escáner intraoral Virtuo Vivo y la fotografía digital convencional, en función del promedio de ambos métodos. La línea roja representa la media de las diferencias (sesgo

promedio ≈ 0), mientras que las líneas grises indican los límites de concordancia del 95% (± 1,96 DE).

La mayoría de los valores se ubican dentro de dichos límites y se distribuyen sin un patrón definido, lo que indica una buena concordancia y ausencia de sesgo sistemático entre ambos métodos de evaluación estética.

Comparación entre cada tesista y evaluador experto (por método):

Tesista 1 v/s evaluador experto – Método fotografía convencional y scanner intraoral:

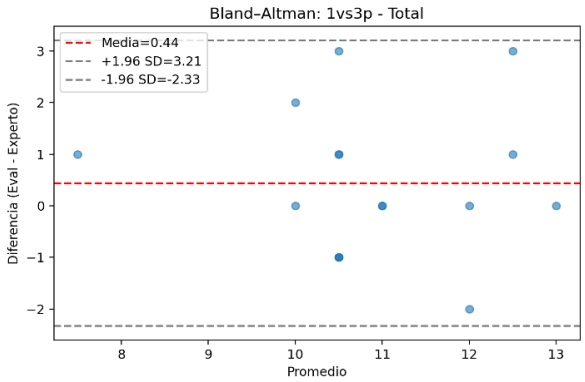
En la Tesista 1, el test de Shapiro–Wilk indicó que los ítems individuales del índice Pink Esthetic Score (PES) no presentaron distribución normal ($p < 0,05$), mientras que el puntaje total sí cumplió con el supuesto de normalidad ($p > 0,05$), lo que determinó el uso de pruebas no paramétricas para el análisis por ítem y pruebas paramétricas para el puntaje total. En el método fotográfico, la prueba de Wilcoxon mostró diferencias estadísticamente significativas únicamente en el ítem 7 (textura del tejido blando) ($p = 0,025$), sin diferencias significativas en el puntaje total según la prueba t pareada ($t = 1,239$; $gl = 15$; $p = 0,234$), con medias similares entre evaluadores (Tesista 1: 11,13 ± 1,46; Experto: 10,69 ± 1,54). En el método de escáner intraoral, el análisis por ítem mediante Wilcoxon no evidenció diferencias significativas a nivel global ($p = 0,166$), excepto en los ítems 4 y 7 ($p < 0,05$).

El análisis de concordancia interevaluador mediante el coeficiente de correlación intraclase ICC (3,k) mostró, en el método fotográfico, valores de concordancia moderada a buena, con un ICC de 0,713 (IC 95%: 0,180-0,900), ambos estadísticamente significativos ($p = 0,010$). En el método de escáner intraoral, el ICC (3,k) fue de 0,950 (IC 95%: 0,858-0,983; $p < 0,001$), correspondiente a una concordancia excelente entre evaluadores, indicando una mayor estabilidad y reproducibilidad de este último. El análisis del error absoluto medio (MAE) mostró valores bajos en ambos métodos, con un MAE total de 1,06 ± 0,99 en fotografía y valores por ítem que oscilaron entre 0,06 y 0,31, siendo los ítems 4 y 7 los que presentaron mayores discrepancias (MAE ≈ 0,31). En el método de escáner intraoral, el MAE total fue de 0,75 ± 0,77, con valores por ítem entre 0,06 y 0,44, observándose una menor dispersión de las diferencias en el escáner, lo que refleja la mayor proximidad entre evaluadores; los ítems 3, 4 y 7 evidenciaron las mayores discrepancias (MAE ≥ 0,31).

Finalmente, el índice Kappa ponderado mostró niveles de acuerdo que oscilaron entre aceptables y muy buenos en ambos métodos. En fotografía, únicamente el ítem 4 presentó un acuerdo no significativo ($K = 0,339$), mientras que en el método de escáner intraoral los

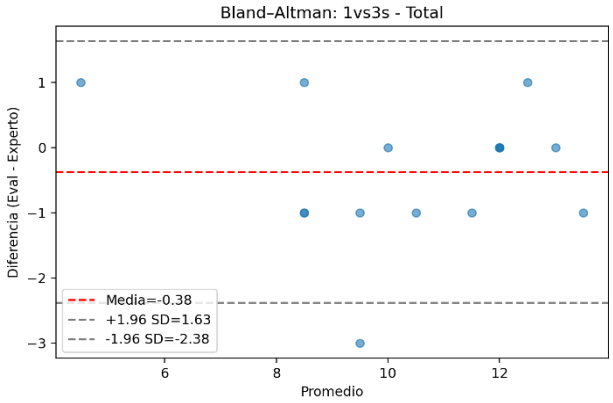
ítems 3 y 7 evidenciaron acuerdos bajos o no significativos (K = 0,328 y K = 0,243, respectivamente).

Figura 2. Gráfico de Bland–Altman para la comparación entre Tesista 1 y Evaluador Experto mediante fotografía convencional (PES total)



El gráfico muestra las diferencias entre los puntajes PES de la Tesista 1 y el Evaluador Experto según su promedio. La media de las diferencias fue 0,44, con límites de concordancia del 95 % entre +3,21 y –2,33; la mayoría de los valores se ubicó dentro de estos límites, sin patrón definido.

Figura 3. Gráfico de Bland–Altman para la comparación entre Tesista 1 y Evaluador Experto mediante escáner intraoral Virtuo Vivo® (PES total)



El gráfico muestra las diferencias entre los puntajes PES de la Tesista 1 y el Evaluador Experto en función de su promedio. La media de las diferencias fue –0,38, con límites de concordancia del 95 % entre –2,38 y +1,63; la mayoría de los valores se ubicó dentro de estos límites, sin patrón direccional evidente.

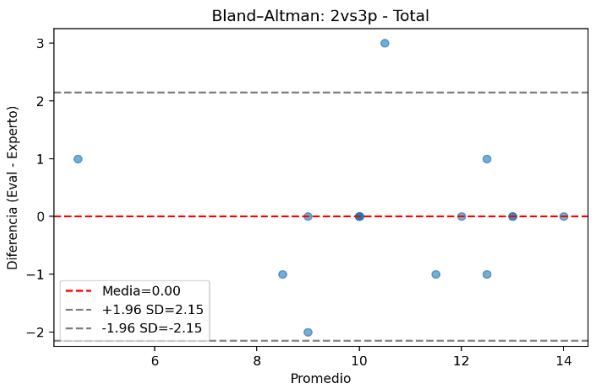
Tesista 2 v/s evaluador experto – Método fotografía convencional y scanner intraoral:

En la Tesista 2, el test de Shapiro–Wilk mostró que los ítems individuales del índice Pink Esthetic Score (PES) no presentaron distribución normal en ambos métodos ($p < 0,05$), mientras que el puntaje total cumplió el supuesto de normalidad ($p = 0,317$), lo que determinó el uso de pruebas no paramétricas para el análisis por ítem y la prueba t pareada para el puntaje total. En el método fotográfico, la prueba de Wilcoxon no evidenció diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los ítems ni en el puntaje total ($p > 0,05$). En el método de escáner intraoral, el análisis por ítem mediante Wilcoxon se observó diferencias estadísticamente significativas únicamente en el ítem 7 ($p = 0,005$).

El análisis de concordancia interevaluador mediante el coeficiente de correlación intraclase ICC (3,k) mostró, en el método fotográfico, valores de concordancia alta a excelente, con un ICC de 0,945 ($p < 0,001$). En el método de escáner intraoral, el ICC fue de 0,879 ($p < 0,001$), lo que confirma un acuerdo estable y consistente entre métodos.

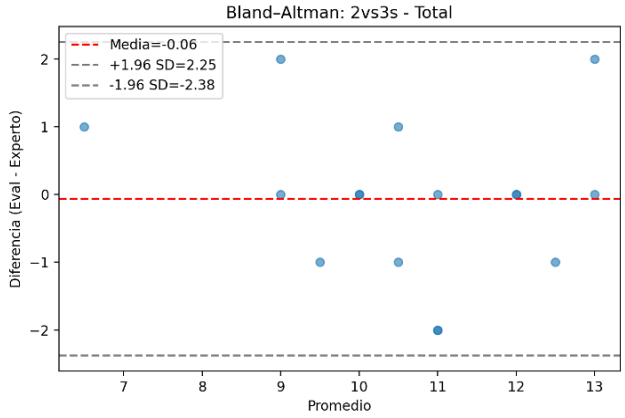
El análisis del error absoluto medio (MAE) mostró valores bajos en ambos métodos. En fotografía, el MAE total fue de 0,625, con valores por ítem generalmente $\leq 0,3$. En el método de escáner intraoral, el MAE total fue de $0,81 \pm 0,83$, con valores por ítem entre 0,06 y 0,25 en los ítems 1 a 6 y un valor mayor en el ítem 7 (MAE = 0,50) lo que sugiere una diferencia puntual en la apreciación de un aspecto del índice PES. El análisis del índice Kappa ponderado mostró niveles de acuerdo de moderados a casi perfectos en ambos métodos. En fotografía los ítems 1, 3 y 5 presentaron acuerdos moderados evidenciando leves discrepancias, mientras que en el método de escáner intraoral el ítem 2 alcanzo un acuerdo casi perfecto (K = 0,882), con valores superiores a 0,60 en los ítems 1, 4 y 5; los ítems 3 y 6 mostraron acuerdos moderados y el ítem 7 presentó en acuerdo más bajo y no significativo (K = 0,158; p = 0,242).

Figura 4. Gráfico de Bland–Altman para la comparación entre Tesista 2 y Evaluador Experto mediante fotografía convencional (PES total)



El gráfico muestra las diferencias entre los puntajes PES de la Tesista 2 y el Evaluador Experto en función de su promedio. La media de las diferencias fue 0,00, con límites de concordancia del 95 % entre –2,15 y +2,15; la mayoría de los valores se ubicó dentro de estos límites, concentrados en torno al eje central.

Figura 5. Gráfico de Bland–Altman para la comparación entre Tesista 2 y Evaluador Experto mediante escáner intraoral Virtuo Vivo® (PES total)



El gráfico muestra las diferencias entre los puntajes PES de la Tesista 2 y el Evaluador Experto en función de su promedio. La media de las diferencias fue –0,06, con límites de concordancia del 95 % entre –2,38 y +2,25; los valores se concentraron cerca del eje central, sin patrón direccional evidente.

Evaluación de capacidad diagnóstica (análisis categórico):

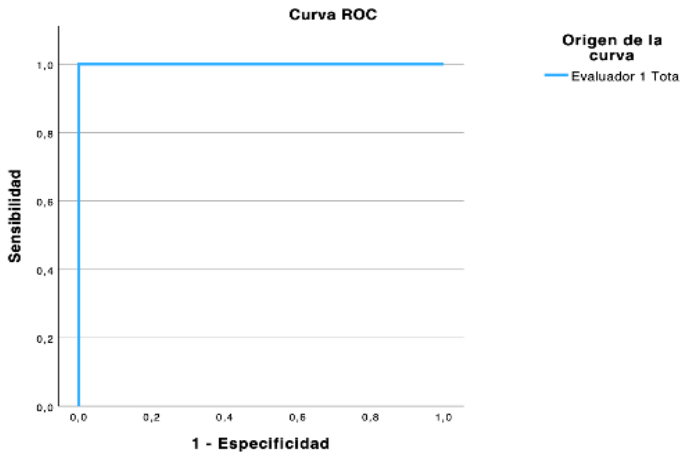
Para el análisis de clasificación diagnóstica del Índice Pink Esthetic Score (PES), se estableció un punto de corte clínico, considerando valores menores a 8 como estética no aceptable y valores mayores o iguales a 8 como estética aceptable, de acuerdo con referencias previas (29–32). A partir de este criterio, se compararon de forma independiente las evaluaciones de ambas Tesistas con las del Evaluador Experto, utilizando tanto el método de fotografía convencional como el escáner intraoral Virtuo Vivo®.

En los cuatro escenarios evaluados se obtuvo un patrón de clasificación idéntico. En todos los casos, donde el experto identificó como estética aceptable fueron correctamente identificados por las Tesistas, y los casos clasificados como estética no aceptable también fueron correctamente identificados. No se registraron falsos positivos ni falsos negativos.

En consecuencia, los parámetros diagnósticos alcanzaron valores del 100 % en todas las métricas evaluadas: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN). Asimismo, el análisis de la curva ROC mostró un Área Bajo la

Curva (AUC) de 1,00, indicando una capacidad de discriminación diagnóstica perfecta entre estética aceptable y no aceptable en todos los análisis realizados.

Figura 6. Curva ROC para la clasificación estética (Tesistas vs Experto)



7. Discusión

7.1 Interpretación general de los resultados:

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la concordancia diagnóstica del escáner intraoral Virtuo Vivo en la determinación del Índice Pink Esthetic Score (PES), comparándolo con la fotografía clínica convencional y tomando como referencia las valoraciones de un evaluador experto.

En términos generales, los resultados muestran que ambos métodos de registro (fotografía y escáner intraoral) presentan una alta reproducibilidad, con niveles de acuerdo estadísticamente consistentes, lo que confirma que ambos son herramientas válidas para la evaluación estética periodontal. Sin embargo, se observaron matices importantes que permiten comprender mejor el comportamiento de cada técnica y su contribución al análisis estético.

7.2 Concordancia entre métodos de captura

Los análisis mostraron que, pese a que los datos no se ajustaron a una distribución normal (test de Shapiro–Wilk), la comparación mediante la prueba de Wilcoxon evidenció diferencias estadísticamente significativas solo en uno de los ítems del índice (ítem 2, papila distal), mientras que el puntaje total PES no mostró diferencias relevantes entre ambos métodos.

Al comparar directamente los dos métodos (fotografía vs escáner), se obtuvo un ICC (0,75 y 0,90) alto a excelente, lo que indica que las mediciones generadas por ambos sistemas son altamente coincidentes. Estos hallazgos respaldan la idea reportada en estudios previos, donde los escáneres intraorales han demostrado un desempeño estable para la captura de características gingivales y tejidos blandos, permitiendo evaluaciones cuantitativas con baja variabilidad. La ausencia de diferencias significativas en el puntaje total PES, junto con el patrón homogéneo observado en el análisis de Bland-Altman, en el que las diferencias se distribuyeron alrededor de un sesgo cercano a cero, con la mayoría de los casos dentro de los límites de concordancia del 95 %, refuerza la noción de que el escáner intraoral proporciona registros equivalentes a los de la fotografía convencional para fines diagnósticos en estética rosa.

Estos resultados indican que el escáner intraoral y la fotografía convencional son métodos intercambiables para la obtención de imágenes destinadas a la evaluación estética periodontal mediante el PES en dientes naturales. Ello es coherente con la tendencia descrita en la literatura, donde diversos autores han destacado que los escáneres intraorales ofrecen

una precisión y reproducibilidad clínicamente aceptables para la documentación de tejidos periimplantarios y dentarios, tanto en términos de volumetría como de evaluación morfológica de los tejidos blandos.

Por ejemplo, un estudio *"Evaluation of the Pink Esthetic Score for Single Implants in the Esthetic Zone Using Intraoral Scanning Data: A Proof-of-Concept Study*" encontró que no había diferencias significativas entre puntuaciones de PES/WES obtenidas por fotografía versus escáner intraoral, aunque destacaron limitaciones en la reproducibilidad del color y textura con el escáner. El ICC (3,K) para el índice Pink Esthetic Score (PES) fue de 0,833, lo que refleja una buena consistencia entre ambos métodos (1).

Otro estudio *"Reproducibility and Reliability of Intraoral Scanners for Evaluating Peri-Implant Tissues and Implant-Supported Prostheses: A Cross-Sectional Study",* con un número grande de evaluadores mostró que el PES medido con imágenes generadas por escáner intraoral es razonablemente reproducible y comparable con el uso de cámara digital, aunque con variaciones inter-evaluador importantes (ICC entre 0,41 y 0,61). Este rango de ICC proviene de Braun et al. (2015), quienes evaluaron el PES con escáner intraoral en 20 evaluadores con diversos antecedentes clínicos (prostodoncias, periodoncistas, estudiantes, cirujanos) (22).

Además, una revisión reciente "*The relevance of intraoral scanner (IOS) for periodontal diagnosis: A scoping review"* mapeó las aplicaciones del escáner intraoral en diagnóstico periodontal y encontró que es preciso para medir parámetros como grosor gingival y altura de tejido queratinizado, lo cual respalda el uso del escáner en evaluación estética y morfológica (60).

En cuanto a técnicas alternativas, según otro estudio "*A novel cone-beam CT scanning technique for measuring periodontal soft tissues in the esthetic area"* algunos autores han propuesto el uso de CBCT combinado con imágenes digitales para medir tejidos blandos, lo que podría permitir una evaluación más precisa del contorno gingival (61).

Por otro lado, la fotografía clínica ha sido el estándar para la documentación y evaluación estética, y su validez para la investigación clínica ha sido ampliamente respaldada. Varios autores han demostrado que, cuando se utilizan protocolos de captura estandarizados, las fotografías digitales permiten una evaluación fiable de restauraciones y tejidos, con buena sensibilidad y especificidad en el análisis de distintos parámetros clínicos. En este contexto, el hallazgo de que el escáner intraoral alcanza niveles de concordancia comparables a la fotografía refuerza la idea de que ambas tecnologías pueden integrar de forma

complementaria el flujo clínico, sin que la adopción de herramientas digitales comprometa la fiabilidad diagnóstica.

El hecho de que solo uno de los ítems del PES haya mostrado diferencias significativas sugiere que ciertos parámetros específicos pueden ser más sensibles a la forma de representación de los tejidos (imagen bidimensional vs modelo tridimensional), posiblemente vinculados a la percepción de volumen, contorno o papilas. No obstante, la ausencia de diferencias en el puntaje total y la alta concordancia global indican que estas variaciones puntuales no se traducen en discrepancias clínicamente relevantes en la valoración estética final.

7.3 Comparación entre evaluadores

En el caso de la Tesista 1, los resultados mostraron una concordancia global adecuada con el evaluador experto en ambos métodos, aunque con un comportamiento algo diferente entre fotografía y escáner. En fotografía, solo el ítem 7 (textura del tejido gingival) mostró diferencias significativas entre la Tesista 1 y el experto, mientras que el puntaje total no presentó diferencias estadísticamente relevantes. Los valores de ICC se situaron en rangos de concordancia moderada a buena, lo que, aunque clínicamente aceptable, refleja una mayor variabilidad respecto de lo observado entre métodos (fotografía vs escáner).

En el método de escáner intraoral, la Tesista 1 alcanzó valores de ICC excelentes, con un MAE total más bajo que en fotografía y un comportamiento más estable de las diferencias, pese a que algunos ítems (3, 4 y 7) mostraron mayor variabilidad. El gráfico de Bland–Altman para el escáner mostró un sesgo negativo leve (la tesista tendió a puntuar ligeramente por debajo del experto), pero de magnitud clínicamente irrelevante y sin patrón direccional sistemático. En conjunto, estos datos sugieren que la Tesista 1 logró un desempeño muy alineado con el estándar del experto, especialmente cuando utilizó el escáner intraoral. Es posible que la representación tridimensional y la posibilidad de manipular el modelo digital favorezcan una evaluación más precisa de la morfología gingival para observadores en formación, compensando eventuales inseguridades en la interpretación de algunos parámetros del PES.

La Tesista 2 mostró, en general, un nivel de concordancia aún más alto y homogéneo con el experto. Con el método fotográfico, los resultados evidenciaron una ausencia total de diferencias significativas en los ítems y en el puntaje total, con un ICC alto para medidas únicas y excelente para medidas promedio, y un MAE global bajo. Ello indica que la Tesista

2 replicó de manera casi idéntica el criterio del experto al trabajar con fotografías, con una variabilidad mínima.

En el método de escáner, los valores de ICC se mantuvieron en rangos de concordancia alta a muy alta y el MAE global fue bajo, aunque ligeramente superior al observado en fotografía. La única discrepancia significativa se concentró en el ítem 7, confirmando que la textura o ciertos detalles del tejido blando pueden requerir mayor entrenamiento o ser más sensibles a la forma en que el escáner representa el color y la superficie de la encía. Aun así, el gráfico de Bland–Altman mostró un sesgo prácticamente nulo y una dispersión controlada, lo que respalda la excelente coincidencia diagnóstica entre la Tesista 2 y el experto en el método digital. En síntesis, la Tesista 2 alcanzó niveles de fiabilidad excelentes con ambos métodos, lo que sugiere que, tras una calibración adecuada, incluso evaluadores en formación pueden aplicar el PES de forma altamente reproducible, independientemente de la tecnología de captura empleada.

7.4 Análisis crítico de las discrepancias (por ítems)

Aunque el puntaje total del índice PES mostró una alta estabilidad entre métodos y entre evaluadores, los ítems 3 (altura o cénit gingival), 4 (contorno del margen gingival) y 7 (textura del tejido blando) evidenciaron mayor variabilidad, coherente con los valores obtenidos de MAE, Kappa y pruebas de comparación. En fotografía, por ejemplo, la tesista 1 mostró MAE $\approx$ 0,31 en los ítems 4 y 7, mientras que en el escáner los mayores MAE se encontraron también en los ítems 3, 4 y 7 ($\geq$ 0,31), lo cual confirma la sensibilidad de estos parámetros a las condiciones visuales del método. Esta tendencia se reflejó igualmente en los valores de concordancia categórica: en fotografía el ítem 4 fue el único con acuerdo no significativo (K = 0,339), mientras que en el escáner los ítems 3 y 7 presentaron kappa bajos o no significativos, pese a que el ICC global seguía siendo excelente. En la tesista 2 se observó un patrón similar, con MAE más altos en los mismos ítems y una diferencia significativa en el ítem 7 del método del escáner (p = 0,005).

Un patrón especialmente consistente fue que el ítem 7, relativo a la textura del tejido blando, mostró la mayor variabilidad en casi todos los escenarios, tanto en fotografía como en escáner. Se trata de un parámetro extremadamente sensible a las condiciones de captura, iluminación y representación superficial. El escáner intraoral, pese a generar modelos tridimensionales, tiende a suavizar la microtextura gingival debido al mallado digital y a la representación cromática optimizada, que aumenta el brillo y homogeniza los tonos. Esto reduce la percepción de irregularidades y relieves propios de la mucosa queratinizada, lo que explica las diferencias significativas observadas en varias comparaciones. Por su parte, la

fotografía también presenta limitaciones, dependiendo del ángulo de la luz, del flash o de las sombras, la textura puede desaparecer visualmente o quedar distorsionada por brillos especulares. La persistente dificultad observada en este ítem sugiere que la textura gingival sigue siendo uno de los parámetros más complejos de estandarizar y podría requerir nuevas metodologías, optimización del protocolo fotográfico o herramientas tecnológicas complementarias para mejorar su evaluación.

El ítem 4, que evalúa el contorno del margen gingival, en fotografía, la representación bidimensional limita la percepción real de este contorno, ya que la imagen plana elimina información espacial esencial. La imposibilidad de rotar la imagen, visualizar ángulos oblicuos o analizar el relieve vestibular completa del margen reduce la nitidez con que se puede evaluar la prominencia o inclinación del borde gingival. En consecuencia, algunos detalles visibles en el escáner no resultaban evidentes en la fotografía, lo que se manifestó estadísticamente en un valor de Kappa no significativo en el ítem 4 para la Tesista 1. En contraste, el escáner intraoral permitió manipular el modelo en tres dimensiones, rotarlo, cambiar la perspectiva y ampliar áreas específicas, posibilitando la identificación de asimetrías o irregularidades que pasaban desapercibidas en la imagen frontal fija. En algunos casos, esta capacidad llevó a modificaciones en las puntuaciones al utilizar el archivo 3D, demostrando que la tridimensionalidad influye directamente en la apreciación del contorno y en la interpretación del ítem 4.

En cuanto al ítem 3, relativo a la altura o cénit gingival, la variabilidad observada proviene de un fenómeno anatómico y óptico simultáneo. El cénit gingival depende de la identificación exacta del punto más apical del margen, un detalle que exige claridad en el contraste y en el límite diente-encía. En fotografía, el efecto de aplanamiento de la imagen 2D altera la percepción del relieve del tejido, mientras que la iluminación puede generar sombras cervicales o brillos que desplazan visualmente el cénit hacia apical o hacia mesial-distal. En el escáner intraoral, aunque el modelo es tridimensional, la reconstrucción digital suaviza los bordes y reduce el contraste, lo que dificulta percibir con exactitud el punto más alto del contorno. La malla digital tiende a alisar zonas críticas y a aumentar la luminosidad de la superficie, disminuyendo la nitidez del margen. Además, pequeñas variaciones en la rotación del modelo, especialmente si el evaluador no domina completamente el software, pueden cambiar la posición aparente del cénit, generando diferencias entre evaluadores y entre métodos. Esto explica por qué los ítems 3 y 4, aun sin mostrar tantas diferencias significativas como el ítem 7, presentaron MAE elevados y Kappa bajos en las comparaciones por método.

En conjunto, las variaciones observadas en los ítems 3, 4 y 7 no solo son coherentes con los valores estadísticos obtenidos (MAE altos en estos ítems, Kappa no significativos en varios

casos y p-valores significativos en el ítem 7) sino que se explican directamente por las limitaciones técnicas inherentes a la fotografía clínica 2D y a la reconstrucción digital 3D del escáner intraoral. La bidimensionalidad de la fotografía condiciona la percepción del relieve y del contorno, mientras que la suavización del mallado, la saturación cromática y la necesidad de manipular el modelo en el escáner afectan la evaluación de textura, cénit y contorno gingival. A pesar de estas discrepancias puntuales, la estabilidad del puntaje total PES y la alta concordancia diagnóstica obtenida en este estudio demuestran que las variaciones en estos ítems no comprometen la interpretación estética global ni la capacidad del PES para discriminar entre estética aceptable y no aceptable.

7.5 Capacidad diagnóstica y categórica

El análisis categórico del PES, considerando un punto de corte clínico establecido, mostró que ambas tesistas clasificaron de manera idéntica a la del evaluador experto en todos los escenarios.

La matriz de clasificación conjunta mostró que los casos fueron correctamente clasificados, sin falsos positivos ni falsos negativos. En consecuencia, los parámetros diagnósticos (sensibilidad, especificidad, VPP y VPN) alcanzaron el 100 % y el área bajo la curva ROC (AUC) fue de 1,00, lo que corresponde a un desempeño diagnóstico ideal y apoya el uso del PES como herramienta de distinción estética.

Además, sugiere que tanto la fotografía como el escáner intraoral permiten una discriminación muy precisa entre casos aceptables y no aceptables, al menos en condiciones similares a las de este estudio.

No obstante, es importante interpretar estos resultados con cautela. La muestra analizada presentó una distribución muy desequilibrada entre categorías (15 casos aceptables y solo 1 caso no aceptable). Este desequilibrio puede favorecer la obtención de métricas “perfectas” que, en parte, reflejan la baja presencia de casos límite o dudosos. En contextos clínicos más heterogéneos, con una mayor proporción de situaciones borderline, es posible que la sensibilidad y especificidad se vean moderadamente reducidas.

Aun considerando esta limitación, el hecho de que no se hayan observado errores de clasificación en ninguno de los métodos ni con ninguna de las evaluadoras refuerza la idea de que el índice Pink Esthetic Score (PES), aplicado sobre registros de escáner o fotográficos, es una herramienta robusta para distinguir entre sonrisas periodontales claramente aceptables y claramente no aceptables en el sector anterior.

7.6 Fortalezas del estudio

Entre las fortalezas del estudio destaca el uso de múltiples indicadores de fiabilidad y concordancia, incluyendo ICC, Kappa ponderado, MAE, pruebas de comparación de medias y gráficos de Bland–Altman, que permiten una evaluación integral de la reproducibilidad de las mediciones. Asimismo, la inclusión de un evaluador experto como estándar de referencia aporta solidez metodológica, al posibilitar no solo la comparación entre métodos de captura, sino también la valoración de la capacidad de las tesistas para aproximarse a un patrón diagnóstico consolidado. Otro elemento relevante fue la calibración previa y el enmascaramiento de las evaluaciones, medidas que redujeron el sesgo del observador y disminuyeron la influencia de la memoria en la asignación de los puntajes, favoreciendo así la objetividad del proceso evaluativo.

De igual modo, presenta una aplicación en dientes naturales, lo cual podría mejorar la estandarización de evaluaciones estéticas en periodoncia y odontología restauradora.

7.7 Limitaciones del estudio

El índice Pink Esthetic Score (PES) fue diseñado originalmente para implantes, no para dientes naturales, lo que puede producir ambigüedad y reducir la coherencia diagnóstica en algunos ítems. Por otro lado, como se mencionó anteriormente, la fotografía 2D, con su limitada profundidad y falta de rotación, pudo haber sesgado las evaluaciones de contorno, papila o cénit. En cuanto a la textura del tejido blando es difícil de captar con escáner debido a la suavización de la malla, y con fotos por reflexiones o iluminación desigual.

Cabe señalar que el tamaño muestral fue relativamente reducido y presentó una distribución muy desigual entre casos de estética aceptable y no aceptable, lo que dificulta la generalización de los hallazgos y limita la capacidad del PES para discriminar adecuadamente en situaciones límites.

A ello se suma una limitación técnica relevante, los archivos digitales generados por el escáner intraoral solo pudieron ser visualizados correctamente en el computador que contenía el software nativo del sistema, ya que en otros dispositivos o visores la imagen tridimensional se distorsionaba o perdía calidad. Esta restricción pudo afectar la estandarización de la visualización digital y limitar el acceso a la evaluación remota, a diferencia de las fotografías, que mantuvieron una calidad constante independientemente del dispositivo utilizado.

7.8 Implicancias clínicas

Desde el punto de vista clínico, los hallazgos de este estudio tienen varias implicancias relevantes. En primer lugar, los resultados sugieren que el escáner intraoral Virtuo Vivo® puede utilizarse de manera confiable para la aplicación del PES en dientes anteriores naturales, ofreciendo valores de concordancia comparables a los obtenidos mediante fotografía clínica y, en algunos casos, una reproducibilidad interevaluador incluso superior. Esto respalda la integración del escáner no solo como herramienta para la confección protésica, sino también como un instrumento diagnóstico válido para la valoración estética periodontal. No obstante, la fotografía digital continúa demostrando una excelente fiabilidad para la evaluación del PES, especialmente cuando se aplican protocolos de captura estandarizados. Su bajo costo, amplia disponibilidad y fuerte valor documental la mantienen como una herramienta esencial en la práctica clínica y en el ámbito investigativo, capaz de coexistir de manera complementaria con los métodos digitales tridimensionales.

Asimismo, el hecho de que ambas tesistas, tras un proceso de calibración sistemático, lograran replicar con gran precisión el criterio del evaluador experto subraya la importancia de la formación previa y de la utilización de índices objetivos en la docencia de pregrado y posgrado. Esto refuerza la utilidad del PES como herramienta pedagógica capaz de promover criterios estéticos homogéneos entre futuros clínicos. Finalmente, la capacidad discriminativa perfecta observada en el análisis categórico apoya el uso del PES como recurso útil para la toma de decisiones clínicas relacionadas con la necesidad de intervención estética, el seguimiento evolutivo de los casos y la evaluación de resultados en tratamientos de rehabilitación en el sector anterior.

7.9 Proyecciones y futuro de la técnica

Otro aspecto que emergió a partir de la aplicación del Índice Pink Esthetic Score (PES) en este estudio es la limitación conceptual del propio índice, dado que fue desarrollado originalmente para evaluar la estética de tejidos blandos alrededor de implantes unitarios, y no para dientes naturales. Al utilizarlo en una población dentada, varios ítems que funcionan adecuadamente en contextos implantológicos (como la deficiencia del proceso alveolar o el análisis de las papilas en torno a un implante unitario) pueden adquirir interpretaciones más ambiguas o menos precisas en dientes naturales. Esto pudo haber contribuido a parte de la variabilidad observada entre evaluadores, especialmente en ítems como la textura, el contorno o deficiencia del proceso alveolar, donde las estructuras anatómicas propias del diente natural no siempre se ajustan a las categorías definidas por el índice. En consecuencia, sería deseable el desarrollo de un nuevo índice estético periodontal o una adaptación formal

del índice Pink Esthetic Score (PES) que contemple específicamente la anatomía gingival y alveolar de dientes naturales, con criterios más claros y puntos de referencia estandarizados. Contar con un instrumento diseñado para esta finalidad permitiría reducir la subjetividad, mejorar la reproducibilidad diagnóstica y evitar posibles sesgos derivados de la utilización de un índice concebido para un escenario clínico distinto.

El comportamiento global del MAE confirma que las diferencias absolutas entre evaluadores fueron bajas en ambos métodos, lo cual respalda la utilidad del PES como instrumento relativamente estable incluso en manos de operadores con diferente nivel de experiencia. Sin embargo, la tendencia de algunos evaluadores a calificar ligeramente por encima o por debajo del experto (reflejada en los análisis de sesgo de Bland-Altman) demuestra que la subjetividad aún es un factor presente y que la capacitación específica puede mejorar la uniformidad en la aplicación del índice.

Además, a partir de los resultados obtenidos, se abren diversas líneas de investigación que podrían profundizar y complementar los hallazgos del presente estudio. Sería valioso realizar estudios con muestras más amplias y con distribuciones más equilibradas entre las categorías estéticas, con el fin de analizar con mayor precisión el comportamiento del PES en casos límite y refinar los puntos de corte clínicos. También resultaría pertinente investigar la fiabilidad intraevaluador tanto en fotografía como en escáner intraoral, así como comparar la reproducibilidad entre distintos tipos de escáneres y softwares de visualización, considerando que las características técnicas del sistema utilizado pueden influir en la interpretación de ciertos ítems del PES.

8. Conclusiones

El presente estudio evaluó la concordancia diagnóstica del escáner intraoral Virtuo Vivo® en la determinación del Índice Pink Esthetic Score (PES) en dientes naturales, comparándolo con la fotografía clínica convencional. Los resultados permiten concluir que ambos métodos de registro proporcionan mediciones altamente coincidentes y clínicamente equivalentes, confirmando que el escáner intraoral es una herramienta válida para la evaluación estética periodontal. De este modo, los hallazgos permiten corroborar la hipótesis planteada al inicio del estudio, la cual proponía que el escáner intraoral presentaría una concordancia diagnóstica igual o superior frente a la fotografía clínica convencional. Asimismo, se cumplieron los objetivos formulados inicialmente, ya que se logró comparar ambos métodos propuestos.

En primer lugar, la comparación global entre ambos sistemas de captura demostró una concordancia alta a excelente, evidenciada por valores de ICC robustos, ausencia de diferencias significativas en el puntaje total PES y un comportamiento estable en los análisis de Bland–Altman. Esto confirma que la representación tridimensional del escáner intraoral, pese a sus particularidades técnicas, ofrece un rendimiento diagnóstico comparable al método fotográfico tradicional y puede integrarse de manera confiable en protocolos clínicos y de investigación estética.

En segundo lugar, la evaluación del desempeño de las tesistas frente al experto mostró que, tras un proceso de calibración adecuado, observadores en formación pueden aplicar el PES con altos niveles de reproducibilidad, independientemente del método utilizado. Aunque se identificaron discrepancias puntuales en ítems específicos, principalmente textura, cénit y contorno gingival, estas variaciones no afectaron la interpretación estética global ni modificaron la clasificación categórica del PES. De hecho, la capacidad discriminativa fue perfecta en todos los escenarios evaluados y en ambos métodos, lo que respalda la utilidad del índice como herramienta diagnóstica.

No obstante, los resultados también evidenciaron limitaciones inherentes tanto al PES como a los métodos de captura. El índice, originalmente diseñado para implantes, presenta criterios que pueden resultar ambiguos en dientes naturales, lo que sugiere la necesidad de desarrollar un instrumento estético periodontal específico para esta población. Asimismo, la fotografía 2D y los modelos digitales 3D presentan limitaciones particulares que afectan la evaluación de ciertos microdetalles, lo que refuerza la importancia de estandarizar los protocolos de captura y visualización.

En conjunto, los hallazgos de este estudio permiten afirmar que el escáner intraoral Virtuo Vivo® constituye una alternativa diagnóstica fiable y complementaria a la fotografía clínica, con ventajas inherentes como la manipulación tridimensional y la estandarización espacial. Su integración en la evaluación estética periodontal ofrece beneficios potenciales tanto para la práctica clínica como para la investigación, siempre que se considere la calibración de los evaluadores y las limitaciones propias del índice aplicado.

Finalmente, este trabajo abre oportunidades para investigaciones futuras orientadas a desarrollar un índice estético gingival específico para dientes naturales, evaluar la reproducibilidad intraevaluador, comparar distintos modelos de escáneres y softwares.

Referencias Bibliográficas:

1. Wu Z, Su G, Yu X, Ye L, Wang F, Xu C. Evaluation of the Pink Esthetic Score for Single Implants in the Esthetic Zone Using Intraoral Scanning Data: a proof-of- concept study. J Esthet Restor Dent. 2025;37(6):1593–1600. doi:10.1111/jerd.13445.
2. Lanza A, Di Francesco F, De Marco G, Femiano F, Itro A. Clinical application of the PES/WES Index on natural teeth: case report and literature review. Case Rep Dent. 2017;2017:9659062. doi:10.1155/2017/9659062.
3. Li X, Wu B, Cheng X, Li Y, Xie X, Deng F. Esthetic evaluation of implant-supported single crowns: the implant restoration esthetic index and patient perception. J Prosthodont. 2019 Jan;28(1):e51-e58. doi:10.1111/jopr.12659.
4. Cosyn J, De Rouck T, Collys K, Cornelissen M, De Bruyn H. Esthetic assessments in implant dentistry: objective and subjective criteria for clinicians and patients. Periodontol 2000. 2017;73(1):193–199. doi:10.1111/prd.12123.
5. Palomino-Granados Roberto Carlos, Solar Loayza Cesar, Mas López Janett. Impresiones digitales dentales con escáneres intraorales: una revisión de la literatura. Rev. Estomatol. Herediana [Internet]. 2024 Ene [citado 2025 Jun 22] ; 34(1): 69-75. Disponible en: http://dx.doi.org/10.20453/reh.v34i1.5332.
6. Hihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: a literature review. J Prosthodont Res. 2020 Apr;64(2):109-113. doi:10.1016/j.jpor.2019.07.010
7. Abbasi MS, Lal A, Das G, Salman F, Akram A, Ahmed AR, Maqsood A, Ahmed N. Impact of social media on aesthetic dentistry: general practitioners' perspectives. PLoS One. 2022;17(12):e0278654. doi:10.1371/journal.pone.0278654.
8. Campos LA, Costa MA, Bonafé FSS, Marôco J, Campos JADB. Psychosocial impact of dental aesthetics on dental patients. Int Dent J. 2020 Oct;70(5):321– 327. doi:10.1111/idj.12574.
9. Fürhauser R, Flores-de-Jacoby L, Compagnoni A, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the Pink Esthetic Score. Clin Oral Implants Res. 2005 Dec;16(6):639–644. doi:10.1111/j.16000501.2005.01193.x.
10. Cosyn J, Wessels R, Garcia Cabeza R, Ackerman J, Eeckhout C, Christiaens V. Soft tissue metric parameters, methods and aesthetic indices in implant dentistry: a critical review. Clin Oral Implants Res. 2021 Oct;32(Suppl 21):93–107. doi:10.1111/clr.13756.
11. Gehrke P, Lobert M, Dhom G. Reproducibility of the Pink Esthetic Score—rating soft tissue esthetics around single-implant restorations with regard to dental observer specialization. J Esthet Restor Dent. 2008;20(6):375–384. doi:10.1111/j.1708-8240.2008.00212.x.

12. Signori C, Collares K, Cumerlato CBF, Correa MB, Opdam NJM, Cenci MS. Validation of assessment of intraoral digital photography for evaluation of dental restorations in clinical research. J Dent. 2018 Apr;71:54–60. doi:10.1016/j.jdent.2018.02.001.
13. Jackson TH, Kirk CJ, Phillips C, Koroluk LD. Diagnostic accuracy of intraoral photographic orthodontic records. J Esthet Restor Dent. 2019 Jan;31(1):64–71. doi:10.1111/jerd.12426.
14. Lin I, Datta M, Laronde DM, Rosin MP, Chan B. Intraoral photography recommendations for remote risk assessment and monitoring of oral mucosal lesions. Int Dent J. 2021 Oct;71(5):384–389. doi:10.1016/j.identj.2020.12.020.
15. Kaushik K, Bhatt S, Gupta RY, Rao A, et al. Intraoral scanners: mechanism, applications, advantages, and limitations. J Pharm Bioallied Sci. 2024 Jul;13(1):57–61. doi:10.XXX/JPBS.2024.13.1.57.
16. Medina-Sotomayor Priscilla, Ordóñez Paola, Ortega Gabriela. Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura. Odovtos [Internet]. 2021 Apr [cited 2025 June 21] ; 23(1): 64-75. Available from: doi.org/10.15517/ijds.2020.41442.
17. Desai V, Bumb D. Digital dental photography: a contemporary revolution. Int J Clin Pediatr Dent. 2013 Sep-Dec;6(3):193–196. doi:10.5005/jp-journals-10005-1217.
18. Singh A, Prasad AB, Raisingani D, Srivastava H, Moryani V, et al. Capturing the art and science of dentistry in a lens: digital dental photography. J Conserv Dent Endod. 2024 May;27(5):449–457. doi:10.4103/jcde.jcde_12_24.
19. Casaglia A, De Dominicis P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: basic concepts. Oral Implantol (Rome). 2016 Jul 23;8(4):122–129. doi:10.11138/orl/2015.8.4.122.
20. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. J Chiropr Med. 2016;15(2):155–63. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012.
21. Francomano F, Delli Compagni M, Graziani F, Papi P, Macaluso GM. Diagnostic applications of intraoral scanners: a systematic review. Diagnostics (Basel). [Internet]. 2023 [cited 2025 Jun 21];13(1):xxx–xxx. Disponible en: PMC10381333
22. Braun D, Chappuis V, Fonseca M, Raabe C, Suter VG, Couso-Queiruga E. Reproducibility and reliability of intraoral scanners for evaluating peri-implant tissues and implant-supported prostheses: a cross-sectional study. J Esthet Restor Dent. 2025 Jun;37(6):1273–1283. doi:10.1111/jerd.13408.
23. Fratila AM, Saceleanu A, Arcas VC, Fratila N, Earar K. Enhancing intraoral scanning accuracy: from the influencing factors to a procedural guideline. J Clin Med. 2025 May;14(10):3562. doi:10.3390/jcm14103562.

24. Tran VHB, Lam TH, Khue TN, Phi TNQ, Viet H. Accuracy and Reliability of Digital Dental Models Obtained by Intraoral Scans Compared with Plaster Models. Appl Sci. 2025;15(6):2927. doi:10.3390/app15062927.
25. Lee Y, Ku H-M, Jun M-K. Clinical Application of Intraoral Scanners in Dentistry: A Narrative Review. Oral. 2024 Dec;4(4):639–652. doi:10.3390/oral4040049
26. Tata PD, Carnullo L, Cucchi A, Dalessandri D, et al. Esthetic evaluation of single implant-supported prostheses in the anterior maxillary sector: detailed análisis of four índices. J Esthet Restor Dent. 2022;34(6):680-688. Doi:10.1111/jerd.12862
27. Chiang C, Zhang Y. Esthetic evaluation of natural teeth in anterior maxilla using the pink esthetic score. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018;20(5):794-798.
28. Roccuzzo A, Molinero-Mourelle P, et al. Validation of the pink esthetic score/white esthetic score at single-tooth implant sites: A prospective clinical study. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(3):e13243. doi:10.1111/jerd.13243.
29. Cosyn J, Eghbali A, De Bruyn H, Dierens M, De Rouck T. Single implant treatment in healing versus healed sites of the anterior maxilla: an aesthetic evaluation. Clin Implant Dent Relat Res. 2012 Aug;14(4):517-26. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00300.x.
30. Chen ST, Buser D. Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla--a systematic review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:186-215. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g3.3.
31. Cosyn J, Eghbali A, De Bruyn H, Collys K, Cleymaet R, De Rouck T. Immediate single-tooth implants in the anterior maxilla: 3-year results of a case series on hard and soft tissue response and aesthetics. J Clin Periodontol. 2011 Aug;38(8):746-53. doi: 10.1111/j.1600-051X.2011.01748.x.
32. Altay MA, Sindel A, Tezerişener HA, Yıldırımyan N, Özarslan MM. Esthetic evaluation of implant-supported single crowns: a comparison of objective and patient-reported outcomes. Int J Implant Dent. 2019 Jan 7;5(1):2. doi: 10.1186/s40729-018-0153-3.
33. Blum IR. Primary care dentistry: Past, present and future. Dental Clinics of North America. 2024;68(2):201-212. https://doi.org/10.1016/j.cden.2024.01.001
34. Benic GI. Systematic review of parameters and methods for the professional assessment of aesthetics in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(Suppl 6):e1–e21. doi:10.1111/j.1600-051X.2011.01840.x.
35. Díaz-Cárdenas Shyrley, Tirado-Amador Lesbia, Tamayo-Cabeza Guillermo. Impacto de la sonrisa sobre calidad de vida relacionada con salud bucal en adultos. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral [Internet]. 2018 Ago [citado 2025 Oct 07] ; 11(2): 78-83. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072018000200078.

36. Sharma N, Rosenstiel SF, Fields HW, Beck FM. Smile characterization by U.S. white, U.S. Asian Indian, and Indian populations. *J Prosthet Dent*. 2012 May;107(5):327–35. doi:10.1016/S0022-3913(12)60085-7.
37. Padilla-Alvear Paula Andrea, Fernández-Montecinos Enrique Alberto. Variaciones histórico-culturales de la estética dental. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2021 Dec [cited 2025 Nov 11] ; 33(2): 64-74. Available from: https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v33n2a10.
38. Mühlemann HR. Psychological and chemical mediators of gingival health. J Clin Periodontol. 1977;4(Suppl):22–29.
39. Jemt T. Regeneration of papillae between single-implant restorations and adjacent teeth: an alternative method. Int J Periodontics Restorative Dent. 1997;17(4):326–333.
40. Nordland WP, Tarnow DP. A classification system for loss of papillary height. J Periodontol. 1998;69(11):1124–1126.
41. Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants: a retrospective study in the maxillary anterior region. J Periodontol. 2001;72(10):1364–1371.
42. Cardaropoli D, Cardaropoli G. The Papilla Presence Index (PPI): a new index to assess interproximal papillary levels. Int J Periodontics Restorative Dent. 2004;24(5):488–492.
43. Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker BE. A new index for measurement of the interdental papilla height. Int J Periodontics Restorative Dent. 2010;30(4):385–393.
44. Chang LC. Evaluation of embrasure defects in relation to the amount of soft tissue and papilla height in the anterior maxilla. Int J Periodontics Restorative Dent. 2011;31(6):e50–e57.
45. Meijer HJ, Stellingsma K, Meijndert L, Raghoebar GM. A new index for rating aesthetics of implant-supported single crowns and adjacent soft tissues—the ICAI. Clin Oral Implants Res. 2005;16(6):640–644.
46. Ahmad I. Digital dental photography: an overview. Br Dent J. 2009;206(9):445–449.
47. Bengel W. Mastering digital dental photography. Chicago: Quintessence Publishing; 2006.
48. Devoto W, Saracinelli M, Manauta J. Modern esthetic dentistry: Strategies for success. Quintessence Publishing; 2011.
49. Ahmad I. Digital and conventional dental photography: a comparison. Int J Esthet Dent. 2017;12(3):310–323.
50. Kachhara S, et al. Smartphone photography in dentistry: a contemporary overview. J Clin Diagn Res. 2021;15(3):ZE01–ZE06.
51. Akdeniz BG, et al. Comparison of image quality of smartphone and DSLR cameras in dental photography. J Esthet Restor Dent. 2020;32(4):404–410.

52. Ahmad I. Protocols for standardized clinical photography in dentistry. Br Dent J. 2018;224(6):425–430.
53. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential application in prosthetic dentistry. J Prosthodont. 2019;28(2):146–158.
54. Mangano F, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. PLoS One. 2019;14(9):e0221991.
55. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. J Prosthet Dent. 2013;109(2):121–128.
56. Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayr M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. Clin Oral Investig. 2017;21(5):1445–1455.
57. Keul C, Güth JF. Accuracy of full-arch digital impressions: an in vitro and in vivo comparison. Clin Oral Investig. 2020;24(2):735–745.
58. Straumann Group. Virtuo Vivo Intraoral Scanner—Product Brochure. Straumann AG; 2022.
59. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2017;17(1):92.
60. Caron T, Decup F, Grosgogeat B, Chacun D. The relevance of intraoral scanner (IOS) for periodontal diagnosis: A scoping review. J Dent. 2025;160:105824. doi:10.1016/j.jdent.2025.105824.
61. Lu J-W, Shi X, Huang S-H, Yan X-Z, Hu C-J, Shi M-Y, Luo L-J. A novel cone-beam CT scanning technique for measuring periodontal soft tissues in the esthetic area. J Oral Sci. 2022;64(3):212-217. doi:10.2334/josnusd.22-0039.

Anexos

Anexo 1: Descripción del índice Pink Esthetic Score (PES)

Ítem	Criterio evaluado	Puntaje 2	Puntaje 1	Puntaje 0
1. Presencia de papila mesial	Presencia y forma de la papila en el lado mesial del diente evaluado	Papila mesial **completamente presente**, llena el espacio interdental	Papila presente parcialmente, **incompleta** o reducida	**Ausencia** total de papila mesial
2. Presencia de papila distal	Presencia y forma de la papila en el lado distal del diente evaluado	Papila distal completamente presente, llena el espacio interdental	Papila presente parcialmente, incompleta o reducida	Ausencia total de papila distal
3. Nivel del margen gingival	Comparación con los dientes vecinos, idealmente simétrico	Nivel del margen gingival coincide con el diente contralateral o referencia estética, sin discrepancia <1 mm	Discrepancia menor a 1–2 mm con respecto a la referencia	Diferencia mayor a 2 mm con respecto a la referencia
4. Contorno del margen gingival	Forma del margen gingival y armonía con los dientes adyacentes	Curvatura y forma armónica con el contorno gingival de dientes vecinos (natural)	Contorno alterado levemente, pero aún aceptable (bastante natural)	Contorno irregular o asimétrico evidente (antinatural)
5.Deficiencia del proceso alveolar	Comparación de la forma dental con los dientes vecinos o contralaterales	Forma simétrica y proporcional al diente contralateral o vecinos (ninguno)	Leve asimetría o diferencia de forma observable (ligero)	Forma claramente discordante o desproporcionada (obvio)
6. Color del tejido gingival	Comparación del color con los tejidos vecinos y naturales	Color rosa coral homogéneo, sin cambios visibles	Leve alteración del color (ej. enrojecimiento o palidez leve) moderada	Cambio evidente de color (rojo intenso, violáceo, etc.)
7. Textura del tejido gingival	Presencia de punteado, firmeza y aspecto natural	Textura firme, punteada, natural (no hay diferencia)	Textura algo lisa o sin punteado pero no inflamada (moderada)	Superficie brillante, inflamada o edematosa (obvia)

Anexo 2: Ficha de Evaluación – Índice Pink Esthetic Score (PES)

Código de imagen: _____

Código del evaluador: _____

Fecha: ___ / ___ / 2025

Método de imagen:
Evaluación por Ítem (asigne un puntaje por cada criterio)

(2 = condición ideal; 1 = desviación moderada; 0 = desviación importante)

Ítem PES	Puntaje (marcar con una x)	Observaciones breves (opcional)
1. Presencia de papila mesial	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	
2. Presencia de papila distal	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	
3. Nivel del margen gingival (cenit)	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	
4. Contorno del margen gingival	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	
5. Deficiencia del proceso alveolar	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	
6. Color del tejido	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	
7. Textura del tejido	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2	

Puntaje total índice Pink Esthetic Score (PES): _____ / 14

Instrucciones para el evaluador/a:

- Evaluar la imagen de forma independiente, sin intercambiar opiniones.
- Completar una ficha por cada caso evaluado, en cada modalidad (escáner y fotografía).
- Marcar solo un puntaje por ítem.
- Usar su código asignado como identificador.

Anexo 3: Consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Versión 03
Fecha: 24/09/2025

Nombre del estudio: Evaluación del uso de scanner intraoral (Virtuo Vivo de Straumann) en la determinación del índice Pink Esthetic Score (PES).

Investigador Responsable:

Juan Pablo Aguilera Mardones

Teléfono: +56998713290

Correo electrónico: jaguilera@uft.cl

Tesistas:

Nombre (s): Nathalie Sánchez / Amanda Vásquez

Teléfono: +56972588369 / +56953125595

Correo electrónico: nsanchezp@uft.edu / avasquezp@uft.edu

Unidad Académica: Facultad de Odontología

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar en una investigación que busca comparar dos métodos digitales para evaluar la apariencia estética de la encía: fotografía clínica convencional y escaneo intraoral 3D. No se utilizarán muestras biológicas ni se realizarán procedimientos invasivos.

Lea este documento con atención. Puede hacer todas las preguntas necesarias a las investigadoras y tomarse el tiempo que necesite para decidir.

1. Objetivos de esta investigación

Usted ha sido invitado(a) a participar en este estudio porque es mayor de 18 años y cuenta con dientes anteriores naturales, condiciones esenciales para los objetivos de nuestra investigación, que nos permitirá obtener resultados valiosos y precisos.

Se espera incluir aproximadamente 42 participantes adultos (10 para casos piloto y 32 para el estudio principal), reclutados en las clínicas de pregrado de la Universidad Finis Terrae. La

muestra podrá estar compuesta tanto por pacientes atendidos en dichas clínicas como por estudiantes voluntarios de la misma institución.

El objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias en la evaluación estética de los tejidos blandos cuando se utilizan fotografías digitales convencionales como nuestro método de referencia, en comparación con imágenes obtenidas mediante un escáner intraoral Virtuo Vivo®, utilizando el índice Pink Esthetic Score (PES). Se busca comparar ambos métodos para determinar si el escáner puede ser una herramienta confiable en este tipo de evaluación.

2 Procedimientos de la investigación: Metodología

Se tomarán fotografías clínicas intraorales estandarizadas de su sonrisa y se realizará un escaneo intraoral digital de la zona anterior de su boca con el dispositivo Virtuo Vivo (Straumann®). Estas imágenes se utilizarán exclusivamente para fines académicos y serán evaluadas por las investigadoras previamente entrenadas y capacitadas y un experto clínico, quienes evaluarán la estética del tejido blando, aplicando un índice estético llamado Índice Pink Esthetic Score (PES). Las fotografías y escaneos son procedimientos no invasivos, indoloros y de uso habitual en odontología, por lo que el procedimiento no conlleva riesgos significativos para su salud, y durará aproximadamente 30 minutos. No se utilizarán datos de su ficha clínica ni se requerirá ninguna muestra biológica.

3 Beneficios

Usted no obtendrá un beneficio directo por participar en esta investigación, pero sí podrá recibir información sobre su salud periodontal y oral durante la sesión de la toma de muestra. Su participación contribuirá al avance del conocimiento sobre nuevas herramientas para la evaluación estética en odontología.

Su participación es muy valiosa, ya que permitirá obtener información precisa que contribuirá al avance del conocimiento en el área de la salud bucodental. Al colaborar con este estudio, estará apoyando el desarrollo de mejores métodos de diagnóstico y tratamiento que beneficiarán a futuras generaciones de pacientes.

4 Riesgos

Esta investigación **no implica riesgos** para usted. Las fotografías y escaneos son procedimientos no invasivos, indoloros y de uso habitual en odontología, por lo que el procedimiento no conlleva riesgos significativos (pueden existir molestias leves transitorias por el uso de retracción labial).

5 Costos y compensaciones

Usted no deberá asumir ningún costo por participar en el estudio. Tampoco recibirá pagos ni compensaciones.

6 Confidencialidad de la información

Toda la información recolectada en este estudio será tratada de forma confidencial y utilizada exclusivamente con fines académicos. Las imágenes e información obtenidas se codificarán sin identificar el nombre de los participantes, asegurando su anonimato. Los archivos provenientes de los escaneos intraorales serán almacenados en la plataforma Virtuo Vivo®, protegida bajo contraseña y con acceso restringido únicamente a las investigadoras. Las fotografías clínicas digitales serán resguardadas en Google Drive institucional, con acceso restringido mediante contraseñas seguras y limitado a las investigadoras responsables del estudio.

Los documentos físicos, como el instrumento de recolección de datos y los consentimientos informados firmados por los participantes, quedarán bajo custodia de la investigadora Nathalie Sánchez, encargada de su conservación, y solo podrán ser revisados en caso de auditoría ética.

Toda la información será mantenida en resguardo por un período de **5 años** a partir de la finalización del estudio y posteriormente será eliminada de manera definitiva, asegurando la confidencialidad y anonimato de los participantes. Los resultados podrán ser presentados en actividades académicas y científicas, pero en ningún caso se revelará la identidad de los pacientes en informes ni publicaciones derivadas del estudio.

7 Voluntariedad

Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse de esta investigación en el momento que lo estime conveniente, ya que su participación es completamente voluntaria. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho que le asiste como paciente de esta institución y no se verá afectada la calidad de la atención odontológica que recibe.

Si usted es estudiante tiene pleno derecho a no aceptar participar o a retirarse de la investigación en cualquier momento, sin necesidad de justificar su decisión. En ningún caso esta decisión implicará pérdida de sus derechos como estudiante de esta institución, ni tendrá repercusiones académicas ni asistenciales.

8 Preguntas

Si tiene preguntas sobre esta investigación, puede contactar o llamar a las investigadoras al correo:

- Amanda Vásquez: avasquezp@uft.edu / +56953125595
- Nathalie Sánchez: nsanchezp@uft.edu / +56972588369

Este estudio ha sido aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si desea realizar consultas acerca de sus derechos como participante en esta investigación o reportar preocupaciones, puede contactar a dicho Comité escribiendo al correo electrónico

cec@uft.cl o llamando al teléfono +56 2 22420 7469 (Pilar Busquets Losada), presidenta del CEC-UFT) para que lo derive a la persona más adecuada.

9 Declaración de consentimiento

He leído y comprendido la información proporcionada, el propósito de este estudio, sus procedimientos, beneficios, riesgos y mis derechos como participante. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Autorizo voluntariamente mi participación en este estudio.

Sé que puedo retirarme en cualquier momento sin que esto afecte mi atención odontológica ni mi situación académica (en caso de ser estudiante de esta institución). Firmó este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.

Autorizo a las investigadoras a usar las imágenes tomadas con fines exclusivamente académicos y científicos.

Recibo una copia firmada de este documento.

Firmas

Nombre del participante: _____
Firma del participante: _____
Fecha: ____ / ____ / _____

Nombre del investigador: _____
Firma del investigador: _____
Fecha: ____ / ____ / _____

Nombre de la institución o su delegado:
Nombre: _____
Firma: _____
Fecha: ____ / ____ / _____