**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**
**USFQ**

**Colegio de Posgrados**

# Comparación del grado de deflexión entre mini implantes de titanio y acero inoxidable colocados en buccal shelf. Estudio InVitro

**Proyecto de investigación y desarrollo**

**Paola Vallejo Mediavilla**

**Dr. Carlos Meneses**
**Especialista en Ortodoncia**
**Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Ortodoncista

Quito, 11 de diciembre del 2024

# UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

# COLEGIO DE POSGRADOS

## HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Comparación del grado de deflexión entre mini implantes de titanio y acero inoxidable colocados en buccal shelf. Estudio InVitro**

**Paola Vallejo Mediavilla**

| | |
|---|---|
| Nombre del Director del Programa: | Gerson Cabezas |
| Título académico: | Máster PhD Especialista en Ortodoncia |
| Director del programa de: | Posgrado de Ortodoncia |

| | |
|---|---|
| Nombre del Decano del colegio Académico: | Paulina Aliaga |
| Título académico: | Odontóloga Cirujana Oral |
| Decano del Colegio: | Odontología |

| | |
|---|---|
| Nombre del Decano del Colegio de Posgrados: | Darío Niebieskikwiat |
| Título académico: | PhD |

**Quito, 11 de diciembre del 2024**

# © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

| | |
|---|---|
| Nombre del estudiante: | Paola Vallejo Mediavilla |
| Código de estudiante: | 00332738 |
| C.I.: | 1717341505 |
| Lugar y fecha: | Quito, 11 de Diciembre de 2024 |

# ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en http://bit.ly/COPETheses.

# UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on http://bit.ly/COPETheses.

**Dedicatoria**

Como siempre mi inspiración, mis ánimos, mi fuerza para no dejarme caer nunca, y ser el mejor ejemplo para ti mi amor, mi angelito enviado, mi Emilito, cada paso que doy para ser mejor, ser ejemplo de que nunca dejes tus sueños morir, mi sueño de ser una ORTODONCISTA es para ti.

**Agradecimientos**

Mi compañero de vida, mi Pabli, que siempre tienes tu mano estirada en los peores momentos de mi vida, para ayudarme a levantarme más fuerte que nunca, estaré agradecida eternamente por siempre ESTAR.

A mis padres que me han ayudado a lograr mi objetivo, en especial mi padre que siempre ha sido mi mayor inspiración de lograr alcanzar mis sueños para poder ser un excelente profesional y más importante aún, una mejor persona.

A mis amigos incondicionales de posgrado, Caro, Marco y Nico; que sin ustedes estos días no hubieran sido los mismos, con sus risas y cariño hicieron este camino indudablemente hermoso e inigualable; siempre los llevaré en mi alma.

A mis profesores, que se convirtieron en amigos, gracias por compartir sus conocimientos, sus risas, sus historias y muchas veces hasta sus vidas, gracias infinitas.

## RESUMEN

El anclaje dental es un componente clave en el tratamiento ortodóntico, ya que ayuda a controlar el movimiento dental no deseado, incluyendo el anclaje recíproco, reforzado, estacionario, cortical y esquelético; en este caso usando mini implantes como solución para mejorar el control del movimiento dental. Los mini implantes, introducidos en 1997, ofrecen una opción estable y mecánica para reducir la dependencia de la cooperación del paciente. Este trabajo compara mini implantes de acero inoxidable y titanio colocados a nivel del buccal shelf de mandíbulas de cerdo para evaluar su deflexión bajo cargas controladas. Se utilizó una muestra de 20 mandíbulas de cerdo y 40 mini-implantes (20 de acero inoxidable y 20 de titanio), analizando la deflexión de los implantes mediante una medición precisa y la aplicación de una carga de 200 gramos. Los resultados obtenidos brindan información sobre la viabilidad y efectividad de los mini implantes, específicamente en cuanto a su resistencia a la deflexión, lo que contribuye a mejorar la práctica ortodóntica en términos de precisión y estabilidad a largo plazo.

**Palabras clave**: mini implantes, mini implantes de titanio, mini implantes de acero, deflexión, buccal shelf

## ABSTRACT

Dental anchorage is a key component in orthodontic treatment, helping to control unwanted tooth movement, including reciprocal, reinforced, stationary, cortical and skeletal anchorage; mini-implants are used as a solution to improve control of tooth movement. Mini-implants, introduced in 1997, offer a stable and mechanical option to reduce dependence on patient cooperation. This work compares stainless steel and titanium mini-implants placed in the buccal shelf of pig jaws to evaluate their deflection under controlled loads. A sample of 20 pig jaws and 40 mini-implants (20 stainless steel and 20 titanium) were used, analyzing the deflection of the implants by precise measurement and the application of a 200 gram load. The results of this study provide information on the viability and effectiveness of mini-implants, specifically regarding their resistance to deflection, which contributes to improving orthodontic practice in terms of accuracy and long-term stability.

**Keywords**: mini implants, titanium mini implants, stainless steel mini implants, deflection, buccal shelf

TABLA DE CONTENIDO

**RESUMEN** ..... **8**

**ABSTRACT** ..... **9**

**ÍNDICE DE TABLAS** ..... **11**

**ÍNDICE DE FIGURAS** ..... **12**

**INTRODUCCIÓN** ..... **13**

**METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN** ..... **29**

**ANÁLISIS DE DATOS** ..... **37**

**DISCUSIÓN** ..... **41**

**CONCLUSIONES** ..... **42**

**REFERENCIAS** ..... **43**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificacion de densidad ósea Lekholm y Zarb (Misch, 2009) ..... 27

Tabla 2. Distribución de la muestra de acuerdo con el tipo de material y tamaño ..... 37

Tabla 3. Grado de deflexión en base al tipo de material utilizado ..... 38

Tabla 4. Grado de deflexión en base al tamaño y tipo de material ..... 39

Tabla 5. Resumen de prueba U de Mann- Whitney de muestras independientes ..... 40

# ÍNDICE DE FIGURAS

(Proffit, 2014) Ilustración 1.- Movimiento dental recíproco ..... 18

(Proffit, 2014) Ilustración 2 Anclaje Forzado ..... 19

(Curiel-Meza B, 2013) Ilustración 3 Partes del mini tornillo ..... 22

(Ghosh, 2018) Ilustración 4 Localización del área de Buccal Shelf ..... 24

(Misch, 2009) Ilustración 5 Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb (1985) .. 25

(Misch, 2009) Ilustración 6 Clasificación de densidad ósea ..... 26

(Misch, 2009) Ilustración 7 Grados de densidad ósea ..... 27

(Ghosh, 2018) Ilustración 8 Consideraciones anatomicas del Buccal Shelf ..... 29

Elaborado por el autor (2024) Ilustración 9 Protocolo de colocación de mini implante ..... 35

Elaborado por el autor (2024) Ilustración 10 Medición de fuerza con dinamómetro ..... 36

# INTRODUCCIÓN

La ortodoncia actual ha integrado nuevas técnicas que han mejorado el tratamiento de las maloclusiones. Entre estos avances, el uso de mini implantes ortodónticos ha emergido como una herramienta crucial, proporcionando un sistema de anclaje efectivo para la corrección de discrepancias y cierre de espacios. Estos mini implantes, también conocidos como microtornillos o TAD´S, ofrecen una estabilidad adicional al momento de realizar un movimiento dental específico, así como una mayor facilidad en la aplicación de fuerzas controladas durante el tratamiento ortodóntico.

A pesar de sus ventajas, la efectividad de los mini implantes está afectada por distintos factores como mecánicos y biológicos. Uno de los aspectos críticos que puede influir en su eficacia es el grado de deflexión que pueden presentar lo que significa la capacidad de un mini implante para doblarse bajo carga. Esto puede impactar directamente en la precisión del anclaje y en la distribución de las fuerzas aplicadas; un aumento en la deflexión puede comprometer la estabilidad del implante y, por ende, la eficacia del tratamiento ortodóntico.

En este estudio se comprobó el grado de resistencia a la deflexión que presentan los mini implantes al ser sometidos a fuerzas aplicadas durante el tratamiento. Analizamos cómo los diferentes tipos de aleaciones, así como el tamaño de los mini implantes comprometen su estabilidad y función. La comprensión profunda de esta variable permitirá una correcta colocación y aplicación de los mini implantes, mejorando así los resultados clínicos en el tratamiento ortodóntico.

En el estudio, se emplearon técnicas de medición y análisis para evaluar el grado de deflexión bajo condiciones controladas y analizar de manera precisa los resultados. Los datos obtenidos en nuestro estudio proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y contribuyen al perfeccionamiento de las técnicas de anclaje en ortodoncia, promoviendo una mayor eficacia y predictibilidad en los tratamientos ortodónticos.

Como menciona Gutiérrez et al.  en su estudio, en la planificación para la colocación de un mini implante, la tomografía computarizada es una herramienta no solo útil, sino esencial, además de la radiografía panorámica y periapical. La tomografía facilita la planificación del lugar óptimo para la colocación del mini implante, así como la correcta angulación y longitud de este. Gracias a esta técnica, podemos evaluar la densidad ósea, la ubicación espacial de la raíz dentro del hueso, así como el espacio interradicular. El "buccal shelf" es una región anatómica del maxilar inferior, situada en la parte posterior de la arcada dental, que ofrece un sitio adecuado para la inserción de los mini implantes debido a su densidad ósea relativamente alta. Sin embargo, la elección del tipo de aleación del implante puede influir significativamente en la utilidad del dispositivo. Las aleaciones de acero inoxidable y titanio son los materiales más comúnmente utilizados en la fabricación de los mini implantes, cada uno con propiedades mecánicas distintas que influyen en el comportamiento del mini implante en el hueso. A través de la evaluación de los diferentes grados de densidad ósea y su impacto en la eficacia de los mini implantes, se busca proporcionar información valiosa para optimizar el uso de estos dispositivos en el tratamiento ortodóncico (Gutierrez, 2014).

## JUSTIFICACIÓN

El campo de la ortodoncia ha experimentado avances significativos con la introducción de mini implantes como una herramienta eficaz para el adecuado manejo del anclaje ortodóncico. El uso complementario de mini implantes en el campo de la ortodoncia se ha vuelto crucial, particularmente en casos donde se requiere una intervención mínimamente invasiva y un anclaje temporal efectivo. Una de las cuestiones más relevantes en la utilización de mini implantes es la elección del material, que debe ofrecer resistencia, durabilidad y biocompatibilidad.

El titanio y el acero inoxidable son dos de las aleaciones más populares utilizadas en la fabricación de mini implantes. El titanio es ampliamente reconocido por su excelente biocompatibilidad y resistencia a la corrosión. Por otro lado, el acero inoxidable, aunque menos biocompatible que el titanio, se ha utilizado en la medicina y odontología por décadas debido a su resistencia y costo-efectividad. La deflexión, que se refiere a la desviación de un mini implante cuando se le aplica un nivel de fuerza, es una preocupación importante, ya que puede afectar la eficiencia del tratamiento y la integridad del mini implante. Hasta la fecha, existen estudios que han analizado individualmente las propiedades de deflexión de estos materiales, pero hay poca revisión literaria que se centré en comparar directamente la deflexión de mini implantes de acero y de titanio, usando como zona anatómica de referencia el buccal shelf ya que se ha convertido en una de las zonas preferidas para la colocación de mini implantes gracias a su grado de densidad ósea y una mejor estabilidad. Por tanto, determinar si existe una diferencia en el grado de deflexión entre mini implantes de titanio y acero inoxidable en el buccal shelf no solo llenaría un vacío en la literatura existente, sino que proporcionaría una guía

más clara al momento de seleccionar el material óptimo basado en las necesidades clínicas específicas.

**Definición del problema**

La incorporación de mini implantes en los tratamientos ortodónticos cada vez es más frecuente usando como referencia zonas anatómicas a nivel bucal, como por ejemplo, el buccal shelf el cual se ha convertido en un punto de referencia gracias a su grado de densidad y estabilidad que nos brinda. Sin embargo, el éxito del tratamiento ortodóncico no solo depende de la ubicación del mini implante, sino también del tipo de aleación del cual están fabricados y su tamaño. En este contexto, el titanio y el acero inoxidable emergen como dos de las aleaciones más utilizadas en la fabricación de estos dispositivos. Aunque ambos materiales son biocompatibles y ofrecen resistencia a la corrosión, es esencial evaluar su comportamiento mecánico, específicamente su grado de deflexión, cuando se someten a cargas ortodóncicas. La deflexión no deseada puede comprometer la eficacia del tratamiento, llevar a la pérdida de estabilidad del mini implante o, en casos extremos, a su fracaso. A nivel global, se ha observado un incremento en la utilización de estos dispositivos, y se presume que Latinoamérica y, específicamente, países como Ecuador siguen una tendencia similar. Sin embargo, la falta de datos estadísticos consolidados sobre la ventajas y desventajas en el uso de mini implantes plantea una necesidad de investigación.

En base a esto surge la pregunta de nuestra investigación: ¿Existe una diferencia significativa en el grado de deflexión entre los mini implantes de acero y de titanio de diferentes tamaños colocados en el buccal shelf? La respuesta a esta pregunta proporcionará una base sólida para guiar a los ortodoncistas en la elección del material más adecuado para mini implantes, optimizando así los resultados del tratamiento.

## Objetivos

### Objetivo general.

Comparar el grado de deflexión entre mini implantes de titanio y acero inoxidable colocados en buccal shelf

### Objetivos específicos.

- Medir el grado de deflexión de mini implantes de titanio colocados en buccal shelf
- Medir el grado de deflexión de mini implantes de acero inoxidable colocados en buccal shelf
- Determinar el grado de deflexión de diferentes longitudes de mini implantes.

## Hipótesis

No existe una diferencia, estadísticamente significativa, entre el grado de deflexión de mini implantes de titanio y acero inoxidable de diferentes tamaños colocados en buccal shelf

## Marco teórico

### Definición de anclaje.

El anclaje se define como la resistencia que tiene una pieza dentaria ante un movimiento no deseado, el anclaje ortodóncico cumple un importante papel en la planificación de un tratamiento exitoso y así poder conseguir los objetivos preestablecidos. La planificación efectiva del anclaje es esencial para evitar movimientos dentales indeseados (Proffit, 2014).

A través del tiempo se han implementado nuevas herramientas y dispositivos intra y extraorales para el manejo adecuado de tratamientos clínicos. En el manejo de los movimientos dentales debemos comprender que para cada acción que se realice, existe una reacción de igual

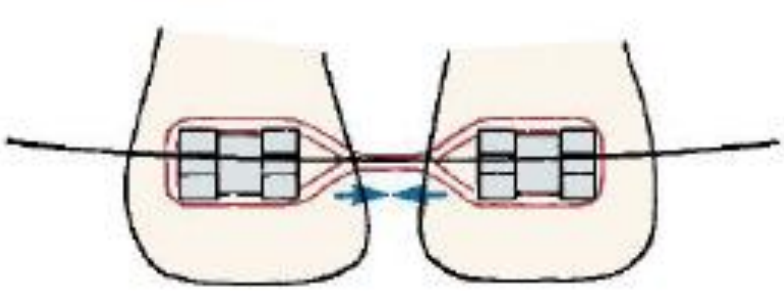
magnitud en dirección opuesta; lo que se convierte en un verdadero desafío a la hora de evitar la expresión de movimientos no deseados (Proffit, 2014).

### *Tipos de anclaje.*

El concepto de anclaje en ortodoncia propuesto por Gianelly y Goldman se basa en un enfoque más específico sobre cómo se pueden clasificar los tipos de anclaje en función de la estabilidad y el control del movimiento dental durante un tratamiento ortodóntico. Su clasificación hace referencia a los diversos tipos de anclaje en base a criterios como: el movimiento dental deseado, los movimientos dentales indeseados y diversos tipos de fuerzas que se pueden aplicar. En base a esto tenemos:

### *Anclaje recíproco.*

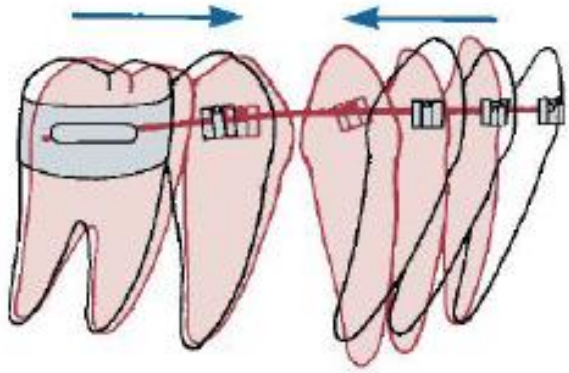
Este tipo de anclaje hace referencia al movimiento simultáneo tanto de los dientes anteriores, como los segmentos posteriores de una manera igual durante el cierre de espacios. En este tipo de anclaje las fuerzas se distribuyen de manera equipotente a nivel del ligamento periodontal lo que produce un movimiento dental recíproco (Proffit, 2014).



*(Proffit, 2014) Ilustración 1.- Movimiento dental recíproco*

***Anclaje reforzado.***

Si es necesario realizar un cierre diferencial en los dientes anteriores, se podría reforzar el anclaje en la parte posterior, incluyendo el segundo molar en el segmento. El fortalecimiento del anclaje al agregar más elementos de resistencia es eficaz, ya que, al involucrar más dientes o dispositivos extraorales, la fuerza de reacción se distribuye sobre una mayor extensión del ligamento periodontal. Esto reduce la presión sobre las unidades de anclaje y facilita su descenso. (Proffit, 2014)



*(Proffit, 2014) Ilustración 2 Anclaje Forzado*

***Anclaje estacionario.***

Este anclaje se basa en el movimiento del sector posterior a la mitad de la distancia total requerida, perdiendo así anclaje en el sector posterior. (Proffit, 2014).

***Anclaje cortical.***

Este anclaje se basa en mover las raíces de los molares hacia vestibular, en dirección a la tabla cortical, para así evitar el movimiento mesial cuando se necesita cerrar los espacios de extracción, si se produce una presión prolongada en la raíz contra cualquiera de las tablas, vestibular o lingual, se inhibirá o disminuirá el movimiento y muchas veces puede producir una reabsorción radicular o fenestración ósea. (Proffit, 2014)

***Anclaje esquelético.***

La incorporación de mini implantes en el tratamiento ortodóncico ha mejorado considerablemente la capacidad de los ortodoncistas para realizar movimientos dentales más eficaces y rápidos, y ha permitido abordar una amplia variedad de problemas orofaciales, maloclusiones y dificultades de espacio, ampliando así las opciones de tratamiento para los pacientes. (Proffit, 2014) (Molina A, 2004)

**Mini implantes.**

Los mini implantes, fueron introducidos en 1997 por Kanomi como una solución para problemas ortodóncicos. Estos dispositivos temporales son pequeños y versátiles, lo que permite a los ortodoncistas colocarlos en varios lugares con facilidad. Su eliminación es rápida y generalmente sin complicaciones, los mini implantes resultan más cómodos que otros aparatos ortodóncicos.

Los mini implantes pueden utilizarse para enderezamiento de molares, distalización segmentaria y de arcada completa, intrusión de un solo diente en la arcada completa,

protracción y retracción de la dentición y para cualquier otra necesidad de anclaje. (Ghosh, 2018)

Estos mini implantes suelen tener un diámetro promedio de 1.2 mm y una longitud promedio de 9 mm, y gran parte de estos enroscan por sí mismos, requiriendo un mínimo de instrumentación para su colocación. Los mini implantes son capaces de soportar fuerzas ortodóncicas adecuadamente de manera inmediata desde su inserción.

En cuanto al material, son más comunes los mini implantes de acero inoxidable y de titanio. El titanio de grado médico 4 o 5 es el material más común debido a su biocompatibilidad y resistencia. (Chatzigianni, 2011) Los mini implantes de aleación de titanio (TA-MI; Ti-6Al-4V) son los más utilizados porque tienen una mayor resistencia mecánica que el titanio comercialmente puro y se adaptan mejor al diámetro de los mini implantes, lo que reduce el riesgo de fractura durante la colocación y la extracción. (Barros S, 2021)

***Clasificación.***

Su clasificación varía teniendo en cuenta algunas consideraciones como:

Forma de inserción y separaciones de las roscas: (Gutierrez, 2014)

• Autoperforantes: son los cuales los propios tornillos son los que perforan la encía y la cortical ósea.

• Autorroscantes: pero estos necesitan un inicio, una apertura con una fresa en la cortical.

Teniendo en cuenta su tamaño en cuanto a diámetro, que van desde 1.5mm a 2mm, y sus longitudes entre 6mm y 12mm, dependiendo de su marca (Gutierrez, 2014).

Dependiendo el anclaje que se planifique, puede ser anclaje directo o indirecto en donde se los utiliza como apoyo durante los movimientos (Gutierrez, 2014).

Estos mini-implantes presentan tres partes distintas: cabeza, perfil transmucoso, cabeza, y rosca activa.

*(Curiel-Meza B, 2013) Ilustración 3 Partes del mini tornillo*

También existen varios tipos de cabezas, dependiendo de igual manera el uso que se va a dar durante el tratamiento de ortodoncia, habiendo cabeza pequeña, larga, circular, para fijación o incluso con cabeza de bracket para poder colocar arcos para movimientos dentales (Gutierrez, 2014).

Estos instrumentos se pueden colocar en varias alturas con respecto al plano oclusal, así como también con diferentes orientaciones según las biomecánicas requeridas: (Gutierrez, 2014)

• Tracción alta: el cual se sitúa aproximadamente a una altura de 10mm con respecto al arco, es decir en la cresta infra cigomática.

• Tracción media: se sitúa aproximadamente a 6-8mm por encima del arco.

• Tracción baja: se sitúa a una altura ≤ 5mm del arco (Gutierrez, 2014).

Con el propósito de mantener la integridad de las raíces de las piezas dentales y conservar la salud del periodonto se colocarán de la siguiente manera en cuanto a la región bucal y a la distancia de la cresta alveolar, generalmente en maxilar en el sector posterior entre 2-6 mm, por palatino y en la zona media entre 5-11mm; y por vestibular en la zona posterior entre 5-8mm y en la zona anterior a 6mm (Requena, 2023). En la mandíbula a nivel vestibular en la región posterior a una distancia de 11mm y en anterior a 6mm. (Requena, 2023)

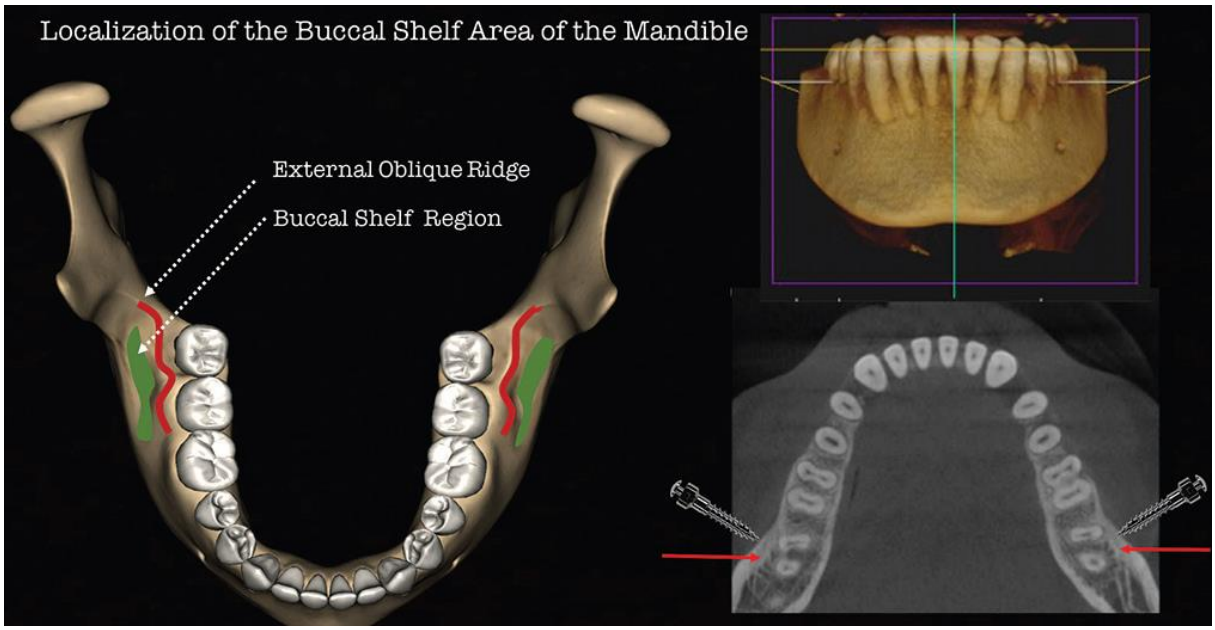
Cabe recalcar que, los mini implantes no se integran completamente al hueso; su retención es principalmente mecánica y temporal, ya que se utilizan como anclajes estables durante diferentes fases del tratamiento ortodóncico. Los diámetros y longitudes de estos mini implantes varían según la ubicación en la que se coloquen.

Los mini implantes se colocan generalmente en áreas de hueso de calidad D1 >1250 Unidades Hounsfield, en áreas infra cigomático y buccal shelf, y, por lo tanto, que requieren una mayor resistencia a la fractura.

El acero inoxidable proporciona una mayor resistencia a la fractura que la aleación de Titanio y, por lo tanto, es el material de elección en zonas de mayor densidad ósea. (Ghosh, 2018)

**Buccal shelf.**

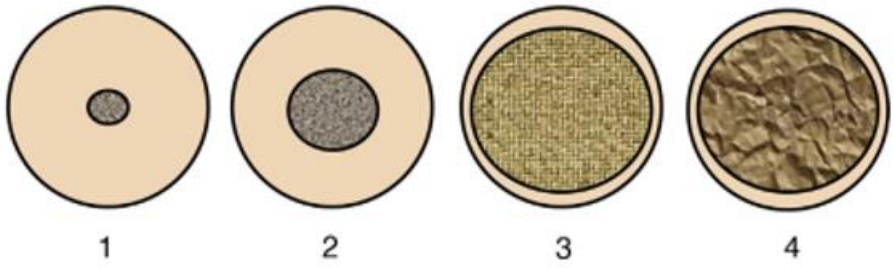
Este sitio anatómico está ubicado en ambos lados de la mandíbula, en la zona posterior del cuerpo mandibular, dependiendo de la edad y estructura del paciente generalmente entre el primer y segundo molar, proporcionando adecuada cantidad y calidad de hueso. (García-Gonzales & Chacón, 2022)




*(Ghosh, 2018) Ilustración 4 Localización del área de Buccal Shelf*

**Densidad ósea.**

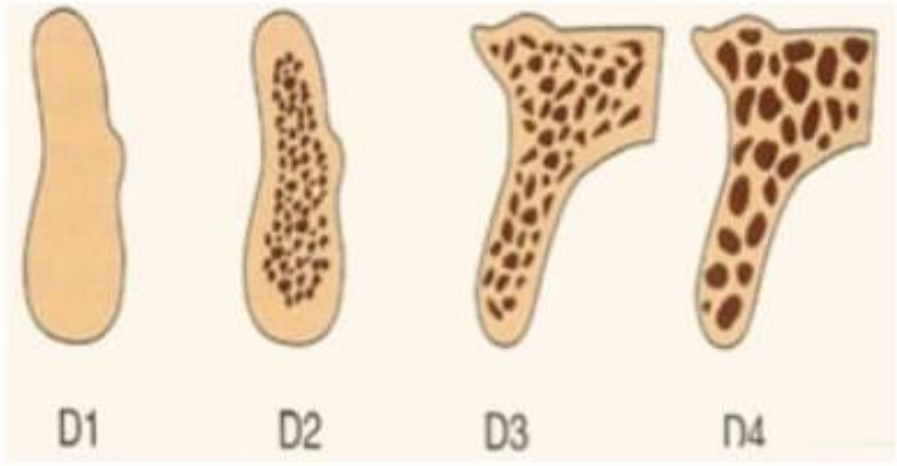
Este es un término se refiere al nivel de mineralización de la matriz ósea, composición química y la estructura ósea y de igual manera de las características de remodelación ósea, estos factores pueden afectar la eficacia de aceptación de los mini implantes e influir en la victoria o no de la colocación de estos. La clasificación mencionada por Lekholm y Zarb, en donde nos describe las clases de la calidad del hueso se pueden observar en la ilustración 5. (Moya-Villaescusa M, 2016)




**Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb (1985). Clase 1: el hueso se compone casi exclusivamente de hueso compacto homogéneo; clase 2: el hueso compacto ancho rodea el hueso esponjoso denso; clase 3: la cortical delgada rodea el hueso esponjoso denso; clase 4: la cortical delgada rodea el hueso esponjoso poco denso.**

*(Misch, 2009) Ilustración 5 Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb (1985)*

Por otro lado, Misch, tomó en cuenta las diferencias macroscópicas de los huesos, clasificándolos de la siguiente forma: D1 – cortical densa, D2 – cortical porosa con trabéculas finas, D3 – cortical porosa (delgada) y trabéculas finas, y D4 – trabéculas finas. (Misch, 2009)




*(Misch, 2009) Ilustración 6 Clasificación de densidad ósea*

***Unidades Hounsfield.***

Mediante el uso de tomografía se puede observar y diferenciar diferentes estructuras, el voxel, que tiene un valor en Unidades Hounsfield que refleja la densidad del tejido en un punto específico, siendo la unidad básica para la reconstrucción en 3D.

Estos valores se representan en una escala de grises, y a nivel de tejidos, los valores generalmente varían entre -1000 y +1000. Para elaborar esta escala, se midió la atenuación del hueso compacto cortical al que adjudicó +1000UH, porque era el tejido más denso. En el hueso el valor de las unidades Hounsfield es >+400; estos absorben mayor cantidad de rayos por ese motivo tienen un coeficiente de atenuación elevado y los tejidos blandos tienen un valor de +40 a +80. ( Romero M, Veloso C. Ma., Krupp, S., 2017)

| | |
|---|---|
| D1: | > 1250 UH |
| D2: | 850 A 1250 UH |
| D3: | 350 A 850 UH |
| D4: | 150 A 350 UH |
| D5: | < 150 UH |

*(Misch, 2009) Ilustración 7 Grados de densidad ósea*

| Calidad (Lekholm y Zarb) | UH (Norton y Gamble) | Región de interés |
|---|---|---|
| Tipo 1 | >+850 UH | Mandíbula anterior |
| Tipo 2/3 | +500 y 850 UH | Mandíbula posterior/Maxilar anterior |
| Tipo 4 | 0 – 500 UH | Maxilar posterior |
| Tipo 4* | <0 UH | Tuberosidad |

*Tabla 1. Clasificacion de densidad ósea Lekholm y Zarb (Misch, 2009)*

**Mini implante en Buccal Shelf.**

La colocación de mini implantes en la parte posterior de la mandíbula puede resultar más compleja, pero se presentan como una opción fiable para el anclaje extra alveolar en la distalización de los dientes inferiores, ya sea de manera parcial o completa. Este enfoque se emplea para corregir problemas como el apiñamiento severo, la protrusión y las maloclusiones esqueléticas de Clase III, sin necesidad de recurrir a extracciones o cirugía ortognática.

La tasa de éxito de los mini implantes interradiculares varía entre el 57% y el 95%, con un promedio cercano al 84%. Las fallas son más comunes en la mandíbula posterior, generalmente en las primeras semanas, por lo que la estabilidad primaria se considera un factor esencial para el éxito clínico. Para mejorar la estabilidad primaria en la colocación en el buccal shlef se ha propuesto diferentes opciones, como el uso de orificios de menor diámetro, antes de

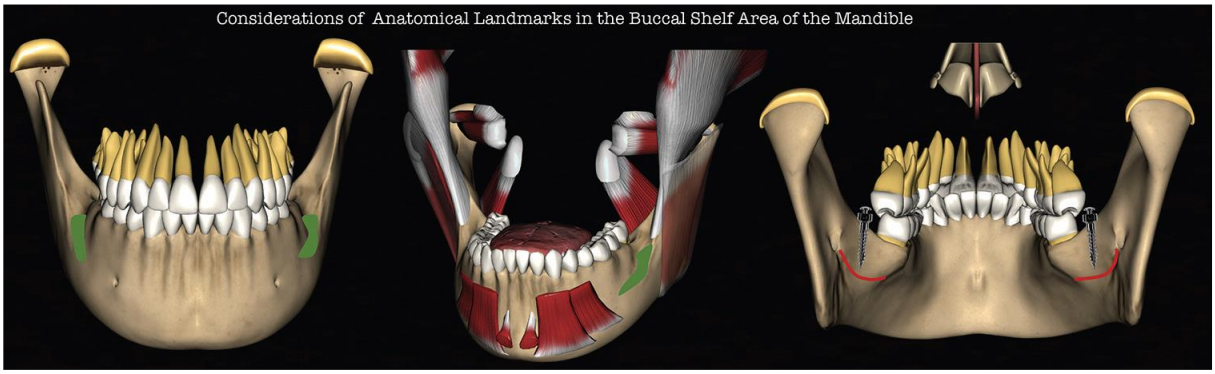
su colocación, selección de sitios con mayor espesor y densidad ósea cortical, o la adopción de un protocolo de auto perforación. (Katarzyna S, Maciej, Mazur M, Janiszewska-Olszowska J, 2024)

La calidad y densidad del hueso son aspectos fundamentales, ya que la retención del mini implante debe ser principalmente mecánica en lugar de depender de la osteointegración. Muchos estudios muestran una tasa de éxito superior al 70% para los mini implantes interradiculares con diámetros mayores a 1.2 mm, y se ha observado que el éxito está relacionado directamente con la longitud del mini implante. (Katarzyna S, Maciej, Mazur M, Janiszewska-Olszowska J, 2024)

Para la colocación de tornillos óseos en el área buccal shelf de la mandíbula (región del segundo molar), el punto inicial de inserción es interdentalmente entre el primer y el segundo molar y 2 mm por debajo de la unión mucogingival. El tornillo autoperforante se dirige a 90° con respecto al plano oclusal en este punto.

En esta zona a veces es necesario perforar previamente o hacer una hendidura vertical en la mucosa si la densidad ósea es demasiado gruesa, sin embargo, nunca es necesario levantar el colgajo. Es posible una carga inmediata y un solo mini implante puede soportar una fuerza de hasta 300–350 gr. (Ghosh, 2018)

La colocación de mini implantes en un sitio extra alveolar como el Shelf Mandibular facilita el uso de mini implantes de mayor diámetro y longitud, los cuales pueden ser ubicados paralelamente a la inclinación axial de los molares, sin interferir con las raíces de los dientes.




*(Ghosh, 2018) Ilustración 8 Consideraciones anatomicas del Buccal Shelf*

## METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### Diseño del estudio.

Se realizó un estudio experimental, descriptivo, transversal y comparativo, colocando 20 mini implantes de acero inoxidable y 20 mini implantes titanio en mandíbulas de cerdo, en el buccal shelf, tamaño de la muestra seleccionada por conveniencia.

### Población y muestra

La muestra del presente estudio fue elegida a conveniencia. Se seleccionaron 20 mandíbulas de cerdo, donde se colocaron 20 mini implantes de acero inoxidable y 20 mini implantes de titanio, por cuadrante.

**Criterios de selección**

Criterios de inclusión: se eligieron mandíbulas de cerdo ya que la estructura ósea en el buccal shelf se asemeja a la densidad ósea mandibular humana. Aerssens en su estudio acerca de diferencias en la composición ósea, densidad y calidad, menciona que se llevaron a cabo estudios en núcleos de hueso trabecular cilíndrico, en donde las muestras humanas mostraron las densidades óseas y las tensiones de fractura más bajas, al igual que los huesos de cerdo y de perro que exhibieron características más similares a las observadas en las muestras humanas. (Aerssens J, Boonen S, Lowen G, Dequeker J, 1998)

Se eligieron tamaños de mini implantes de acero inoxidables de 10x4x2mm y 12x4x2mm, al igual que de titanio de 8x2x1.5mm y 10x2x1.5mm, usadas con mayor frecuencia en nuestro medio.

Criterios de exclusión: no se consideró a la fuerza como una variable, ya que se utilizó una fuerza promedio, como menciona Molina et al. las fuerzas de retracción con mini implantes son entre 150 – 200gr. (Molina A, 2004)

Tamaño de la muestra:

20 mini implantes de acero inoxidable.

- 10 mini implantes de 10mm, 4mm de transmucoso, 2mm de diámetro.

- 10 mini implantes de 12mm, 4mm de transmucoso, 2mm de diámetro.

20 mini implantes de titanio.

- 10 mini implantes de 8mm, 2mm de transmucoso, 1.5mm de diámetro.

- 10 mini implantes de 10mm, 2mm de transmucoso, 1.5mm de diámetro.

20 mandíbulas de cerdo

1. Operacionalización de variables

| | | |
|---|---|---|
| **VARIABLE DEPENDIENTE** | Grado de deflexión de Mini implantes de Titanio y Acero Inoxidable. | La variable dependiente es el grado de deflexión de los mini implantes de titanio y acero inoxidable (medido en mm), que se espera que no presenten cambios a lo largo del tiempo y la longitud escogida para cada uno. |
| **VARIABLE INDEPENDIENTE** | Tiempo | Es una variable que avanza de una manera constante y uniforme, sin ser afectada por las variables independientes que medimos en este estudio. |

| | | |
|---|---|---|
| | Tamaño de mini implantes | Esta es una variable independiente ya que no puede ser modificada y se elige de acuerdo con los criterios de cada paciente. |

2. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y RECURSOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Instrumentos mecánicos: se utilizó una hoja milimétrica estandarizada para la toma de fotografías para la toma de medidas con una medida exacta.

Materiales:

20 mini implantes de acero inoxidable.

- 10 miniimplantes de 10mm, 4mm de transmucoso, 2mm de diámetro.
- 10 miniimplantes de 12mm, 4mm de transmucoso, 2mm de diámetro.

20 mini implantes de titanio.

- 10 minimplantes de 8mm, 2mm de transmucoso, 1.5mm de diámetro.
- 10 miniimplantes de 10mm, 2mm de transmucoso, 1.5mm de diámetro.

20 mandíbulas de cerdo

Aparatos para la aplicación controlada de fuerzas, dinamómetro (200 gramos).

Dispositivo de medición para determinar el grado de deflexión (hoja milimétrica)

Cadena de segunda generación

Recursos:

Humanos:

Paola Vallejo – Estudiante de Posgrado de Ortodoncia

Dr. Carlos Meneses – Tutor

Financieros:

| **MATERIAL** | **CANTIDAD** | **PRECIO** |
|---|---|---|
| Mini implantes de acero inoxidables | 20 | $400 |

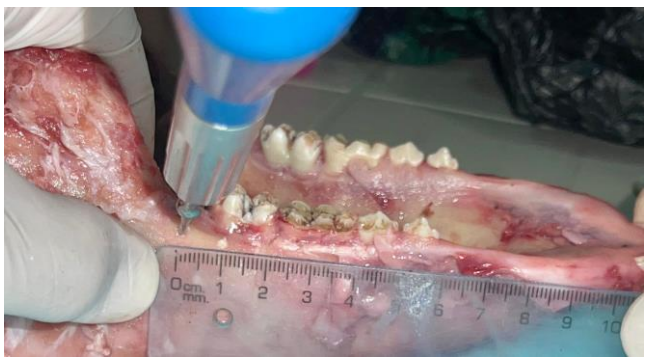
| | | |
|---|---|---|
| Mini implantes de Titanio | 20 | $250 |
| Mandíbulas de cerdo | 20 | $200 |
| Hojas milimétricas | 40 | $2 |
| Cadena de segunda generación | 1 rollo | $25 |
| Kit para colocación de implantes | 1 kit | $180 |
| Dinamómetro | 1 | $25 |
| Pinza mathew | 1 | $90 |
| Guantes | 1 caja | $10 |

| | | |
|---|---|---|
| Botones bondeables | 40 | $40 |
| Kit de resina de ortodoncia | 1 kit | $100 |
| Fundas ziploc para almacenamiento | 1 paquete | $5 |
| TOTAL | | $1.327 |

Tecnológicos: se utilizó una cámara CANON, para la toma de registros fotográficos, computadora para la investigación teórica y tabulación de datos obtenidos.

Procedimiento:

a. Se realizó una prueba piloto en donde se estandarizó la colocación de los mini implantes a 90º con respecto al plano oclusal, a 2cm a mesial del último molar, se colocó una fuerza de 200gr de Fuerza, constante por 2 semanas y se cambió la cadena de segunda generación, durante 8 semanas.



*Elaborado por el autor (2024) Ilustración 9 Protocolo de colocación de mini implante*

*Elaborado por el autor (2024) Ilustración 10 Medición de fuerza con dinamómetro*

Preparación de las muestras:

Se marcaron áreas específicas en las mandíbulas de cerdo, se colocaron a 2cm a mesial del último molar presente, para asegurar la colocación estandarizada de todos los mini implantes, con una inclinación de 90º para su inserción.

Se colocaron 20 mini implantes de acero inoxidable y los 20 mini implantes de titanio en las mandíbulas de cerdo previamente preparadas.

*Agrupación:*

Se separaron las mandíbulas en cuatro grupos:

Grupo 1: Mini implantes de acero inoxidable con 10mm de longitud, 4mm de transmucoso, 2mm de diámetro.

Grupo 2: Mini implantes de acero inoxidable con 12mm de longitud, 4mm de transmucoso, 2mm de diámetro.

Grupo 3: Mini implantes de titanio con 8mm de longitud, 2mm de transmucoso, 1.5mm de diámetro.

Grupo 4: Mini implantes de titanio con 10mm de longitud, 2mm de transmucoso, 1.5mm de diámetro.

Medición de la deflexión:

Tras la aplicación de fuerzas, se midió la deflexión de cada mini implante utilizando una hoja milimétrica. Las mediciones se registraron en milímetros.

## ANÁLISIS DE DATOS

*Tabla 2. Distribución de la muestra de acuerdo con el tipo de material y tamaño*

| | | MATERIAL | |
|---|---|---|---|
| | | TITANIO | ACERO |
| | | Recuento | Recuento |
| TAMAÑO | 8mm x 2mm x 1,5mm | 10 | 0 |
| | 10mm x 2 mm x 1,5mm | 10 | 0 |
| | 10mm x 4 mm x 2mm | 0 | 10 |
| | 12mm x 4mm x 2mm | 0 | 10 |

*Fuente: Resultados obtenidos en la investigación. Elaborado por el autor*

La distribución de la muestra analizada se realizó de la siguiente manera para los 40 mini implantes entre acero y titanio, se clasificó en 10 mini implantes de titanio de 8mm x 2mm x 1.5mm, 10 mini implantes de titanio 10mm x 2mm x 1.5mm, 10 mini implantes de acero de 10mm x 4mm x 2mm y 10 mini implantes de acero de 12mm x 4mm x 2mm.

*Tabla 3. Grado de deflexión en base al tipo de material utilizado*

| | | MATERIAL | |
|---|---|---|---|
| | | TITANIO | ACERO |
| *DELFEXIÓN* | Media | 0,3 | 0,2 |
| | Desviación estándar | 0,4 | 0,7 |
| | Mínimo | 0 | 0 |
| | Máximo | 1 | 3 |

*Fuente: Resultados obtenidos en la investigación. Elaborado por el autor*

En la tabla No. 3 se puede observar el grado de deflexión de acuerdo con el tipo de material; en donde podemos observar que, al evaluar el total de la muestra, utilizando mini implantes de acero se obtuvo un valor de deflexión media de 0,2, mientras que en mini implantes de titanio se obtuvo un valor de deflexión media de 0,3; valores que no presentan una diferencia importante entre los mismos; teniendo en cuenta que presenta un valor máximo de 1 mini implantes de titanio y un valor de 3 mini implantes de acero.

*Tabla 4. Grado de deflexión en base al tamaño y tipo de material*

| | | MATERIAL | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | TITANIO TAMAÑO | | ACERO TAMAÑO | |
| | | 8mm x 2mm x 1.5mm | 10mm x 2mm x 1.5mm | 10mm x 4mm x 2mm | 12mm x 4mm x 2mm |
| *DELFEXIÓN* | Media | 0,6 | 0 | 0 | 0,3 |
| | Desviación estándar | 0,4 | 0 | 0 | 0,9 |
| | Mínimo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Máximo | 1 | 0 | 0 | 3 |

*Fuente: Resultados obtenidos en la investigación. Elaborado por el autor*

En la tabla No. 4 en donde se evaluó el grado de deflexión entre los diferentes tipos de mini implantes, en base a su tamaño y tipo de material usado, se pudo concluir que, presenta diferencias en mini implantes de titanio de 8mm x 2mm x1.5mm con una media de 0.6, mientras que en mini implantes de acero presentó diferencias en mini implantes de 12mm x 4mm x 2mm con una media de 0.3.

*Tabla 5. Resumen de prueba U de Mann- Whitney de muestras independientes*

| | |
|---|---|
| N total | 40 |
| U de Mann-Whitney | 134,000 |
| W de Wilcoxon | 344,000 |
| Estadístico de prueba | 134,000 |
| Error estándar | 26,985 |
| Estadístico de prueba estandarizado | -2,446 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | 0,014 |
| Significación exacta (prueba bilateral) | 0,076 |

*Fuente: Resultados obtenidos en la investigación. Elaborado por el autor*

Estos resultados se obtuvieron gracias a la prueba de U de Mann- Whitney para muestras independientes, que demostró que con un valor p = 0.014 existen diferencias significativas entre el grado de deflexión de mini implantes de acero inoxidable y titanio, con respecto a su tamaño; debido a que en los mini implantes de titanio de 8mm x 2mm x 1.5mm se pudo evidenciar una deflexión promedio de 1 a 1,5mm, en comparación con los mini implantes de acero de ambas longitudes donde no hubo cambios significativos en cuanto a su deflexión.

# DISCUSIÓN

Barros et al. concluyeron en su estudio de Resistencia mecánica de mini implantes de acero inoxidable y aleación de titanio con diferentes diámetros: estudio experimental de laboratorio, que los mini implantes de acero poseen mayor resistencia a la torsión y deflexión que los mini implantes de titanio; de igual manera en el presente estudio se pudo evidenciar que la deflexión promedio en los mini implantes de titanio de 8mm x 2mm x 1.5mm fue de 1 a 1,5mm, en comparación con los mini implantes de acero de ambas longitudes donde no hubo cambios significativos en cuanto a su deflexión. Por otro lado, el grado de deflexión entre los mini implantes de titanio de 8mm x 2mm x1.5mm el valor de la media fue de 0.6, mientras que en mini implantes de acero de 12mm x 4mm x 2mm presentaron un valor de media de 0.3; esta distinción se puede atribuir a la diferencia de diámetro entre acero y titanio, como mencionan Katarzyna et al. en su revisión sistemática y Barros et al en su artículo, en donde la variación más significativa a la resistencia a la torsión y deflexión fue en base al diámetro de los mini implantes, concluyendo que el mayor diámetro (2.0 mm) funcionan mejor que los de menor diámetro (1.5 mm), independiente del tipo de aleación. (Katarzyna S, Maciej, Mazur M, Janiszewska-Olszowska J, 2024) (Barros S, 2021).

Mecenas et al. mencionan en su estudio que, los mini implantes de titanio presentaron mayor nivel de éxito que los mini implantes de acero y este grado de fracaso se encontró con mayor proporción en el maxilar cuando se compara con mandíbula, en contraste a esto este estudio se realizó únicamente en mandíbula, buccal shelf al tener mayor grado de densidad ósea, y su éxito se basa en el diámetro del mini implante utilizado. (Mecenas P; Gonzalez Espinosa D; Coutinho P; Normando D, 2019)

# CONCLUSIONES

El tamaño de los mini-implantes tuvo una influencia considerable en el grado de deflexión. Los mini-implantes de titanio de menor tamaño (8 mm x 2 mm x 1.5 mm) mostraron una deflexión mayor, con un valor promedio de 0.6 mm. En contraste, los mini-implantes de acero inoxidable de mayor tamaño (12 mm x 4 mm x 2 mm) presentaron una deflexión promedio más baja (0.3 mm).

El tipo de material y el diámetro de los mini-implantes son factores clave que afectan su resistencia a la deflexión. Los mini-implantes de acero inoxidable, particularmente los de mayor tamaño, demostraron una mayor resistencia a la torsión y deflexión en comparación con los de titanio. Esta diferencia podría atribuirse al mayor diámetro de los mini-implantes de acero, que proporciona una mayor estabilidad mecánica.

Los hallazgos de este estudio sugieren que, al seleccionar mini-implantes para tratamiento ortodóntico, es crucial considerar el tamaño de los implantes, más que el tipo de material utilizado. Aunque el estudio proporciona información valiosa sobre las diferencias de deflexión entre los mini-implantes de titanio y acero inoxidable.

# REFERENCIAS

Romero M, Veloso C. Ma., Krupp, S. (2017). Evaluación de la calidad del hueso en sitios de implantes dentales con tomografía computarizada. *Acta Odontológica Venezolana*.

Aerssens J, Boonen S, Lowen G, Dequeker J. (1998). Interspecies Differences in Bone Composition, Density, and Quality: Potential Implications for in Vivo Bone Research. *Endocrinology*, 663-670.

Barros S, V. V. (2021). Mechanical strength of stainless steel and titanium alloy mini-implants with different diameters: an experimental laboratory study. *Progress in Orthodontics*, 1-9.

Chatzigianni, A. (2011). Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels. *European Journal of Orthodontics*, 381–387.

Curiel-Meza B, R.-G. R.-P. (2013). Uso de microimplantes en el tratamiento de ortodoncia. *Revista Tamé*, 126-132.

García-Gonzales, & Chacón. (2022). Tomographic Evaluation of Mandibular Buccal Shelf in Patients with Different Vertical Growth Pattern. *International Journal od Dental Sciences*, 196-208.

Ghosh, A. (2018). Infra-Zygomatic Crest and Buccal Shelf - Orthodontic Bone Screws: A Leap Ahead of Micro-Implants – Clinical Perspectives. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 127-141.

Gutierrez, L. (2014). Microtornillos: Una revisión. *AVANCES EN PERIODONCIA*, 25-38.

Katarzyna S, Maciej, Mazur M, Janiszewska-Olszowska J. (2024). Fracture and Deflection of Orthodontic Miniscrews—A Systematic Review. *Applied Sciences*, 1-15.

Mecenas P; Gonzalez Espinosa D; Coutinho P; Normando D. (2019). Stainless steel or titanium mini-implants? A systematic review. *The Angle Orthodontist*, 2-11.

Misch, C. (2009). *Implantología Contemporánea.* España: Elsevier Mosby.

Molina A, P. M.-C. (2004). Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura. *Revista Española Ortodoncia*, 319-334.

Moya-Villaescusa M, S.-P. A. (2016). Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 1-7.

Proffit, W. (2014). *ORTODONCIA CONTEMPORÁNEA.* España: Elservier.

Requena, L. (2023). Uso de minitornillos en el tratamiento de ortodoncia. Revisión actualizada. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo*, 29-34.