



Facultad de Ciencias de la Salud

**Tema:**

**“Desgaste de las láminas de corte de fresas de carburo tungsteno redondas n°8 mediante  
evaluación microscópica”**

**Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Cirujano Oral**

**Presentada por:**

Hidalgo Carrillo Damián Eduardo

**Tutor:**

Dr. Carlos Andrés Molina Dávila

**Quito, Mayo 2026**

## **Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos**

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Hidalgo Carrillo Damián Eduardo

C.I. 0503507592

## Dedicatoria

A Dios, por sostenerme y fortalecer mi fe en los momentos de duda, a Él encomiendo este logro, y entrego cada paso en mi camino por la cirugía la cual es fruto de su voluntad y de su infinita gracia. Todo lo que soy y todo lo que he logrado le pertenece.

A mis padres, Joselito y Victoria, pilares de mi vida, quienes con su cariño, cuidado, esfuerzo y noble ejemplo me enseñaron que los sueños se alcanzan con trabajo, humildad y perseverancia. Gracias por forjar en mí los valores que hoy me sostienen y creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi esposa Silvia, amiga, compañera y colega de cada jornada, tu amor ha sido abrigo y fortaleza en las largas noches, gracias por tu paciencia infinita, tu apoyo incondicional y por caminar a mi lado con valentía en cada etapa de este proceso, tu presencia ha dado sentido y dulzura a este sacrificio. Esta meta también es tuya.

A mis hijas Danna y Damiana, quienes son mi mayor alegría y motivación. Nunca dejen que el miedo y la duda apague sus aspiraciones, que esta tesis sea para ustedes una prueba viva de que los sueños se conquistan con esfuerzo, y que su padre con sus virtudes y limitaciones nunca dejó de luchar por lo que creía. Sean lo que deseen ser, pero háganlo siempre con amor, integridad y coraje.

A mis maestros quienes con su exigencia y enseñanza formaron en mí no solo un profesional si no un ser humano comprometido con el servicio a los demás, en sus aulas aprendí el respeto por la vida y la pasión por la excelencia, sus lecciones siguen resonando en cada decisión clínica, en cada procedimiento y en cada acto de responsabilidad que hoy asumo con mucho orgullo. Para ustedes mi reconocimiento, admiración y respeto.

## Índice

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos .....	2
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción .....	8
Metodología .....	16
Resultados .....	24
Desgaste de las fresas según la marca.....	25
Microfracturas según la marca .....	28
Relación entre variables sociodemográficas y desgaste / microfracturas .....	28
Asociación entre variables categóricas y desgaste / microfracturas .....	30
Discusión.....	31
Conclusiones.....	34
Referencias.....	35

## Índice De Tablas

Tabla 1 <i>Datos de las fresas</i> .....	19
Tabla 2 <i>Datos sociodemográficos</i> .....	23
Tabla 3 <i>Distribución general de la marca</i> .....	25
Tabla 4 <i>Cambio en la longitud de la parte activa según la marca</i> .....	26
Tabla 5 <i>Comparaciones pareadas de la longitud</i> .....	26
Tabla 6 <i>Cambio en el área de la parte activa según la marca</i> .....	27
Tabla 7 <i>Comparaciones pareadas para el área</i> .....	28
Tabla 8 <i>Correlaciones de Spearman entre variables continuas y resultados</i> .....	29
Tabla 9 <i>Asociación entre variables categóricas y resultados</i> .....	30

## **Desgaste De Las Láminas De Corte De Fresas De Carburo Tungsteno Redondas N°8 Mediante Evaluación Microscópica.**

Hidalgo Carrillo Damián Eduardo

damianhidalgo8@gmail.com

### **Resumen**

El presente estudio evaluó el comportamiento y desgaste que presentan las fresas quirúrgicas redondas N.º 8 de carburo tungsteno nuevas, de tres diferentes marcas presentes en el mercado ecuatoriano después de un solo uso en osteotomía estandarizada en pacientes sometidos a cirugía de terceros molares en la clínica de cirugía del hospital HSO de la Universidad Hemisferios. Mediante el uso de microscopía óptica, registros fotográficos y mediciones micrométricas con herramientas del programa FIJI, se realizó un estudio descriptivo y comparativo, en un total de 159 fresas nuevas repartidas en tres grupos de 53 fresas de cada marca, las mismas que fueron sometidas al proceso de osteotomía cada una por 5 minutos. Tras su uso se identificaron pérdidas de dimensión de la parte activa de la fresa tanto en su longitud, área, y presencia de microfracturas, lo cual demostró que desde su primer uso las fresas quirúrgicas se ven afectas en su eficiencia y nitidez de corte. Los resultados sugieren que la marca de la fresa es un factor determinante en su comportamiento y además aporta evidencia significativa sobre la necesidad de establecer protocolos clínicos para el reemplazo oportuno de fresas quirúrgicas.

**Palabras clave:** osteotomía, fresas dentales, carburo tungsteno, desgaste, microscopía óptica, cirugía oral.

## Abstract

The present study evaluated the behavior and wear of new No. 8 round tungsten carbide surgical burs from three different brands available on the Ecuadorian market after a single use in standardized osteotomy procedures performed on patients undergoing third molar surgery at the surgical clinic of the HSO Hospital of Universidad Hemisferios. Using optical microscopy, photographic records, and micrometric measurements obtained with FIJI software tools, a descriptive and comparative study was conducted on a total of 159 new burs, distributed into three groups of 53 burs from each brand. Each bur was subjected to an osteotomy procedure for 5 minutes. After use, dimensional losses were identified in the active part of the bur, including reductions in length and area, as well as the presence of microfractures. This demonstrated that surgical burs are affected in their cutting efficiency and sharpness from their very first use. The results suggest that the bur brand is a determining factor in its performance and provide significant evidence regarding the need to establish clinical protocols for the timely replacement of surgical burs.

**Key words:** osteotomy, dental burs, tungsten carbide, wear, optical microscopy, oral surgery.

## Introducción

La extracción del tercer molar mediante colgajo y osteotomía es la cirugía más común en el Departamento de Cirugía Oral (Zhao, et al., 2023, p. 4279). Por lo tanto, la eliminación de tejido óseo debe ser lo más adecuada posible (Parrini, et al., 2023, p. 18). Gracias a los avances de las técnicas quirúrgicas se ha logrado que se reduzcan las complicaciones de este procedimiento (Lim, et al., 2018, p. S48). Esto, junto al conocimiento adecuado de las relaciones anatómicas, es indispensable para obtener resultados exitosos (Bahmanyar, et al., 2021, p.12).

La osteotomía se define como un corte óseo planificado (Fonseca et al., 2013, p. 786). Es el paso inicial del acto quirúrgico y brinda el acceso necesario para la intervención (Rashad, et al., 2021, p. 1499). Su finalidad es, la obtención de un apoyo para la extracción de las piezas dentarias (Donado Rodríguez & Martínez-González, 2014, p. 219). Este procedimiento conlleva la manipulación de tejidos musculares, conectivos y óseos (Pérez, et al., 2018, p. 1). Lo cual vuelve indispensable una irrigación continua como método de refrigeración (Valente, et al., 2019, p. 3). Que permita mantener viables los cambios en la masa ósea (Huang, et al., 2019, p. 12).

El tiempo de osteotomía dependerá del estado de la fresa, el nivel de inclusión dentaria y su relación con estructuras adyacentes (Wu, et al., 2020, p.103). A ello se suman factores intraoperatorios, como el tipo de lesión, el diseño del colgajo, y la experiencia del profesional (Vranckx, et al., 2022, p. 297). Aunque la osteotomía es ampliamente empleada, su éxito depende de una técnica adecuada ya que un incremento no controlado de la temperatura del hueso puede comprometer el proceso de regeneración, y desatar una respuesta inflamatoria aguda en el paciente (Shetty, et al., 2022, p. 923).

La pieza recta y el micromotor son usados en el campo de la cirugía oral para realizar osteotomías (Menziletoglu, et al., 2019, p.15). Estos aparatos son de primera elección por ser accesibles, y de fácil manejo (Blagova, et al., 2024, p.125). Su uso debe ser adecuado a cada caso al que sean sometidos (Szalma, et al, 2018., p. 5). Y son considerados un método eficiente y menos invasivo para la eliminación de hueso (Liu, et al., 2018, p. 342).

El corte de tejido óseo tradicionalmente se la ha realizado con instrumentos rotatorios y fresas de diversos tamaños (Tepedino, et al., 2018, p. 33). La perforación ósea del sitio quirúrgico es un proceso complejo, dentro del cual influyen la forma de las fresas, su agudeza, la velocidad, la carga axial y la densidad del hueso (Móhlhenrich, et al., 2016 p. 679).

En su diseño la fresa quirúrgica posee tres componentes principales: cabeza formada por carburo tungsteno, cuello y cuerpo elaborados de acero inoxidable (Thawaba, et al., 2023, p. 478). Además, posee laminillas de corte de las cuales depende la eficiencia de la osteotomía (Lisiecka, 2018, p. 6). El carburo de tungsteno se caracteriza por mantener el filo cortante tras varios usos (Máhlhenrich, et al., 2016 p. 679). Lo cual permite disminuir el trauma, y aplicar una técnica correcta (Koopai, et al., 2019, p. 565).

Debemos distinguir que las fresas de uso en osteotomía deben tener al menos seis laminillas de corte, y resistencia a la presión sin que eso afecte su desempeño (Wu, et al., 2020, p.103). Estas características influyen directamente en la eficiencia del corte y en el desgaste observado tras su uso clínico (Lisiecka, 2018, p. 9). Dentro de la diversidad de fresas, la más utilizada para el retiro de tejido óseo es la redonda N.º 8 por su facilidad de control y resistencia (Hupp, et al., 2014, p. 133).

En el año de 1947 empezó el uso de aleaciones de carburo de tungsteno, (Di Cristofaro, et al., 2013, p. 391). Con lo cual los instrumentos fueron más precisos, con alta capacidad de corte y larga vida útil (Lisiecka, 2018, p. 7). El carburo tungsteno presenta el doble de dureza que el acero inoxidable lo que lo vuelve óptimo para el uso en cirugía (Ayranci, et al., 2015, p. 200).

Ya que la fresa está elaborada con carburo tungsteno, resulta importante analizar las propiedades de este material ideal para trabajar a altas velocidades (Di Cristofaro, et al., 2013 p. 391). Si bien estas fresas tienen un costo más elevado, también presentan una vida útil más larga, lo que permite su uso por varias ocasiones (Lisiecka, 2018, p. 8). Estas características justifican su análisis en estudios comparativos de desgaste en el uso clínico.

También es fundamental conocer los mecanismos de desgaste que pueden reducir el filo de las fresas entre los cuales tenemos: la densidad ósea, y el uso acumulado (Kalidindi, et al., 2004, p.35). La abrasión también es un factor importante, en base a la literatura un número de hasta 10 ciclos de esterilización en autoclave no afectan la eficacia de corte inicial de las fresas (Spranley, et al., 2011, p. 53). Otros factores que aumentan su desgaste son, la técnica de fresado, irrigación, profundidad, y la carga axial (Bernabeu, et al., 2023, p. 9).

Este desgaste influye en varios componentes de la fresa como el filo, diámetro, y diseño (Oliveira, et al., 2011, p. 1361). El filo se relaciona de manera directa con el número de usos, su pérdida se ve reflejada en una disminución del diámetro de la fresa (Móhlhenrich, et al., 2016, p. 679). Esto tiene implicaciones directas sobre la eficiencia del fresado, se ha demostrado que el uso de fresas desgastadas prolonga el tiempo de preparación, genera mayor calor y riesgo de osteonecrosis (Szalma, et al., 2016, p. 442).

Todavía no existe un acuerdo sobre la velocidad óptima de este procedimiento, un análisis determinó que la velocidad es proporcional a la temperatura ósea, pero, este criterio aplica solo hasta las 10.000 rpm (Timon, et al., 2019, p. 11). Al comparar el calor generado por la presión ejercida en la fresa, se observó que al aplicar una carga creciente de 0 a 1.000g, esta presentó un mejor desempeño y control de la temperatura con una presión de 500g (Stelzle, et al., 2014, p. 25). Y que el mayor momento de fatiga y aumento de temperatura se produjo los primeros 5 a 10 segundos de la perforación, por lo que una irrigación en intervalos menores a 5 segundos sería de suma importancia para minimizar los daños óseos (Nam, et al., 2006, p. 1044).

Muchos estudios demuestran que mientras mayor sea la fuerza axial que se aplica durante la perforación se reduce el tiempo del procedimiento, pero se genera mayor estrés en la fresa (Timon, et al., 2019, p. 11). Durante la práctica clínica en condiciones reales, la presión aplicada a la fresa varía dinámicamente, por ende, difiere de los resultados encontrados en laboratorio (Wu, et al., 2020, p. 103).

Tanto el diámetro como la profundidad de perforación también se relacionan directamente con el aumento de la temperatura y el desgaste de las fresas, ya que un diámetro o profundidad considerable conlleva un período de tiempo prolongado que requerirá un mayor uso de la fresa (Timon, et al., 2019, p. 11). Además, el grosor y densidad del tejido óseo influyen en el desgaste de la fresa, podemos encontrar cuatro tipos de tejido óseo: D1 o Hueso cortical denso, D2 o Cortical resistente con trabecular grueso, D3 hueso de cortical delgada más trabecular, D4 Hueso trabecular fino (Misch, et al., 2020, p. 389-392).

La irrigación también es una variable muy importante que actúa independientemente y se centra en mantener la temperatura por debajo de 47 °C, considerado el nivel crítico (Timon, et

al., 2019, p. 11). Por lo cual es importante realizar una irrigación con solución salina al momento de llevar a cabo una perforación ósea (Woods, et al., 2022, p. 22). Al comparar la temperatura de la perforación ósea con y sin irrigación, se descubrió que una osteotomía sin irrigación se asocia a temperaturas altas en todas las etapas del procedimiento (Koo, et al., 2015, p. e19).

Una evaluación del desgaste de las fresas requiere técnicas precisas para analizar los cambios que ocurren en su superficie. Por tanto, la microscopía óptica se convierte en una herramienta indispensable para este tipo de estudios, ya que brinda una resolución excelente, lo que facilita realizar una evaluación de los materiales en microescala, y, además, obtener una secuencia de observaciones con una visión general de la morfología del objeto (Nawrocka, et al., 2021, p. 408).

La microscopía es excepcional para describir y visualizar estructuras inorgánicas, porque posee la capacidad de mostrar imágenes en alta resolución y calidad (Fischer, et al., 2024, p. 1034). Es un método para estudiar la morfología de las superficies de objetos con un rango de aumento bastante amplio (Risnes, et al., 2019, p. 293). A través de la observación microscópica, se ha detectado diversos mecanismos de desgaste de materiales debido al detalle singular que brinda (Llopis, et al., 2022, p. 2748–2751).

El microscopio óptico nos da una resolución de 200 – 1.000 nm, suficiente para documentar cambios dimensionales y mecánicos relevantes en el desgaste de instrumentos rotatorios como las fresas de carburo tungsteno, lo cual la convierte en una herramienta metodológica coherente con los objetivos de este estudio.

Además de los factores mencionados, existen otras variables que afectan la cantidad de calor que se genera en el sitio de perforación, entre los que tenemos, la forma de la fresa, nitidez

de corte, y su desgaste previo (Bhargava, et al., 2023, p. 111). Como consecuencia del calor generado, la regeneración ósea del sitio puede verse comprometida (Móhlhenrich, et al., 2016, p. 679). Por la presencia de zonas irregulares de tejido óseo con micro astillas colonizadas por osteocitos que presentaban daños en su red canalicular (Scarano, et al., 2014, p. 814). Por esta razón, se vuelve indispensable enfriar con irrigación constante el sitio de la perforación de alta velocidad (Gökçe, et al., 2025, p. 830).

Como resultado del sobrecalentamiento en la osteotomía se produce la muerte ósea por ausencia del aporte sanguíneo (Timon, et al., 2019, p. 11). Esta complicación puede aparecer, si la temperatura se mantiene por encima de 47 °C durante al menos un minuto (Bernabéu-Mira, et al., 2020, p. 1). Este valor establece el umbral de temperatura soportado por el hueso antes de su muerte (Woods, et al., 2022, p. 25).

A pesar de los esfuerzos y medidas tomadas por el operador, durante la osteotomía siempre se produce un grado de necrosis ósea (Rashad, et al., 2015, p.1072). Corroborado con una evaluación microscópica in vivo, que detectó dilatación vascular, hiperemia, células adiposas ausentes, y reabsorción ósea de entre el 20 y 30% (Bernabeu, et al., 2023, p. 9). En base a las complicaciones varios estudios de microscopía han analizado y revelado un desgaste tangible en el filo de la fresa después de 12 o 18 usos (Kalidindi, et al., 2004, p. 35). Esto nos demuestra la necesidad de generar evidencia sobre el tema para esta toma de decisiones.

El desgaste, ruptura o separación de las fresa se presenta con mucha frecuencia, debido a que en los procedimientos realizados es frecuente el uso de fresas de carburo reusadas (Mehra, et al., 2024, p. 192). Adicional a esto el lavado y esterilización repetido de las fresas puede acelerar

su desgaste (Koo, et al., 2015, p. e19-e23). La decisión de descartar o no una fresa es muy subjetiva y se basa en la experiencia del operador (Spranley, et al., 2011, p. 53).

En respuesta al desgaste y sobrecalentamiento tratados en segmentos anteriores, se han estudiado varios factores como técnicas de enfriamiento, alteraciones en los parámetros de perforación y el diseño de las fresas (Timon, et al., 2019, p. 11). En cirugía oral resulta imperativo lograr osteotomías más precisas, con un mínimo traumatismo, de modo que mejorar el diseño de estos dispositivos es crucial para no dañar el tejido intervenido (Scarano, et al., 2014, p. 814). Una fresa de carburo tungsteno que posea un diseño óptimo, presentará una vida útil más larga, eliminará tejido óseo con mayor facilidad y brindará comodidad al paciente (Di Cristofaro, et al., 2013, p. 391).

También es fundamental mantener un protocolo estricto de esterilización, debido al riesgo de infecciones cruzadas, se recomienda limpiar las fresas antes de autoclavarlas (Sajjanshetty, et al., 2014, p. 8). Es primordial el uso de autoclave, por su eficacia en la eliminación de microorganismos, siempre limitando la cantidad de ciclos de autoclavado a fin de conservar la eficacia de las fresas (Mathivanan, et al., 2017, p. 3). A pesar de estar detallada en la literatura la afectación que sufren las fresas durante estos procesos todavía no existe un consenso sobre su influencia en la eficacia del corte (Gonzaga, et al., 2019, p. 915).

Ya que el desgaste, el aumento de la temperatura y la esterilización influyen en la eficacia del instrumental de corte, diversos estudios han buscado reproducir experimentalmente las condiciones clínicas de la osteotomía (Oliveira, et al., 2016, p. 458). Para la práctica clínica se requiere realizar estudios en condiciones orales normales, para obtener resultados más precisos y conclusiones reproducibles (da Costa, et al., 2019, p. 991).

Debido a la creciente necesidad de optimizar los procedimientos quirúrgicos, donde el éxito clínico de los tratamientos se basa en la precisión y eficiencia, es necesario conocer el comportamiento de las fresas redondas N.º 8 durante la osteotomía, ya que son muy utilizadas por su larga vida útil, su dureza, y capacidad de corte. Se ha observado que el uso prolongado y repetido de estas fresas las somete a una fatiga térmica (Alam, et al., 2023, p. 23).

Todos los antecedentes mencionados con anterioridad proporcionan una idea de la necesidad de evaluar el desgaste de fresas de carburo de tungsteno mediante microscopía como se desarrollará en el presente estudio. Por lo que realizar una evaluación microscópica del desgaste de estas fresas es fundamental para comprender cómo su uso afecta su integridad estructural. Además, un análisis detallado permitirá establecer un criterio para su reemplazo oportuno.

Ya que en la literatura actual no existen criterios para determinar la vida útil de las fresas, este estudio proporciona datos clave sobre su desgaste, lo cual realza su importancia por las implicancias clínicas inmediatas, y su potencial para establecer nuevas directrices sobre el uso, y elección de las fresas quirúrgicas basado en evidencia.

Frente a lo expuesto este estudio se planteó como objetivo determinar el comportamiento de las fresas de carburo tungsteno redondas N°8 de tres marcas presentes en el mercado ecuatoriano después de su uso en osteotomía, mediante evaluación microscópica observar la aparición de microfracturas en las superficies de corte, además realizar la medición micrométrica de fotografías de las fresas con el software FIJI. Y comparar los resultados obtenidos de las tres marcas luego de realizar una osteotomía de 5 minutos en pacientes del hospital HSO de la Universidad Hemisferios.

## Metodología

Se realizó un estudio de tipo experimental, descriptivo y comparativo. En el cual, se analizó un total de 159 fresas nuevas redondas N.º 8 de carburo tungsteno, el tamaño de la muestra fue calculado con el programa G\*Power, con un nivel de significancia de 0.05, un poder estadístico del 80 %, y mediante un modelo ANOVA de una vía para tres grupos independientes. La muestra fue dividida en: 53 fresas Angelus, 53 fresas SS-White y 53 fresas genéricas, las cuáles fueron sometidas a osteotomías en procedimientos quirúrgicos realizados por residentes del posgrado de cirugía oral y en pacientes de la clínica de cirugía, del hospital HSO de la Universidad Hemisferios.

Previo a la osteotomía se tomaron cuatro registros fotográficos de cada fresa desde distintas posiciones, para lo cual cada fresa fue marcada en el vástago con líneas a fin de poder reproducir las posiciones de la fotografía luego de su uso. Previo lavado las fresas fueron empacadas de manera individual, se numeraron, y se llevó a cabo su esterilización en autoclave marca Woson, mediante ciclo completo a 134 °C antes de su uso.

Con cada fresa se realizó una osteotomía de 5 minutos, con pieza recta y micromotor a 25.000 rpm, con una presión intermitente, se empleó irrigación continua con solución salina como refrigerante. Una vez finalizado el procedimiento se recolectó cada fresa, las cuales se lavaron, desinfectaron, empaquetaron, y etiquetaron con su numeración correspondiente.

Se llevó a cabo su análisis antes y después de su uso en microscopio óptico, marca Olympus modelo CX31 de cabezal binocular y con lente de aumento 4X. Se tomó en consideración las marcas de referencia para reproducir su posición, se fijó cada una de las fresas por su vástago con plastilina neutra, en posición horizontal sobre un portaobjetos micrometrado

el cual fue colocado sobre una tarjeta fotográfica color gris, la escala micrométrica sirvió para su calibración posterior por lo que se incluyó la misma dentro del campo de la fotografía.

El registro fotográfico fue obtenido con una cámara Canon EOS 77D, mediante disparo remoto, para esto se conectó la cámara a una Laptop Dell Core i5 mediante el programa de Canon EOS Utility Launcher, se configuró el disparo en formato RAW (CR2) con un ISO variable de 100-200 y velocidad de obturación de 1/60 s enfocando la parte activa de la fresa. Para adaptar la cámara al microscopio óptico se retiró el tubo ocular izquierdo del binocular del microscopio, se colocó un adaptador 0.5X para 23,2 mm el mismo que aumentó el campo visual en el sensor APS-C de la cámara, adicional se conectó este adaptador a un anillo T-Ring Canon EF/EF-S para realizar el montaje al cuerpo de la cámara. Como iluminación externa se utilizó un anillo LED de luz blanca regulable para microscopio.

Una vez obtenidas las imágenes todas bajo los mismos parámetros fueron procesadas en el programa Digital Photo Professional Versión 4.0 de Canon en el cual se pasó el formato de las imágenes a formato .TIFF de 16 bits lo cual conservó la calidad de las fotografías. Las imágenes fueron cargadas en el software FIJI y calibradas con la herramienta "Straight Line" al trazar una línea sobre la regla micrometrada del portaobjetos, luego en la sección "Analyze → Set Scale" se ingresaron los siguientes parámetros: Distance in pixels: valor automático, Known distance: 1.000, Unit:  $\mu\text{m}$ , Global: activar. Con lo cual, todas las imágenes quedaron calibradas automáticamente en micrómetros.

Posteriormente, se tomaron las medidas del diámetro de la parte activa de la fresa en su parte más ancha, se obtuvo un total de cuatro medidas de la longitud, cuatro medidas del área, se buscó la presencia y número de microfracturas de cada fresa, los resultados de las mediciones

fueron exportados del programa FIJI en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y en formato CSV para ser procesados. Los datos obtenidos de las fresas fueron consolidados en Excel de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1

Datos de las fresas

Datos de las fresas																				
Marca	N° de fresa	Fresas nuevas				Fresas usadas				Presencia de microfracturas		Tiempo de osteotomía en minutos								
		Length um		Area um		Length um		Area um		Si/No	N°									
		1	2	3	4	1	2	3	4											
Angelus	1	2.099,22	2.170,64	2.228,68	2.203,03	9.394,66	9.713,12	9.971,87	9.852,45	2.097,05	2.168,58	2.200,97	2.197,04	8.313,91	8.597,34	8.817,78	8.739,05	No	0	5
Angelus	2	2.230,168	2.066,912	2.072,660	2.165,065	9.971,879	9.235,433	9.275,240	9.673,319	2.227,761	2.064,799	2.069,967	2.162,101	8.849,279	8.187,945	8.219,437	8.597,342	Si	1	5,3
Angelus	3	2.199,03	2.159,08	2.131,84	2.135,83	9.832,55	9.653,41	9.533,99	9.553,89	2.196,48	2.157,60	2.131,07	2.132,36	8.739,05	8.550,10	8.471,37	8.471,37	No	0	5





Angelus	22	Angelus	21	Angelus	20			
2.188,60	2.220,12	2.138,19				No	0	5
2.223,82	2.165,42	2.196,18						
2.219,49	2.156,43	2.222,41						
2.111,15	2.111,15	2.184,40						
9.792,74	9.932,07	9.553,89						
9.932,07	9.673,31	9.812,64						
9.912,16	9.633,51	9.932,07						
9.434,47	9.434,47	9.772,83						
2.186,89	2.218,82	2.136,44						
2.223,09	2.163,41	2.195,06						
2.219,19	2.154,90	2.221,63						
2.210,66	2.110,89	2.183,12						
8.691,81	8.817,78	8.487,12						
8.833,53	8.597,34	8.723,31						
8.817,78	8.565,85	8.833,53						
8.786,29	8.392,64	8.676,07				No	0	5

Fuente: Elaboración propia

Además, Se recolectaron datos sociodemográficos tanto de los pacientes como de los operadores para el análisis descriptivo y estadístico de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Datos sociodemográficos*

Datos de la Fresa			Datos del Paciente			Datos del operador		
N.º	Marca	Tiempo de uso (min.)	Edad del paciente en años	Sexo del paciente	Consume alcohol Si/No	Consume Tabaco Si/No	Edad del operador/a en años	Sexo del operador/a

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis los datos fueron trasladados al programa estadístico (SPSS Versión 25) en el cual de manera inicial se realizó una descripción de las variables y luego se evaluó su distribución. Debido a la ausencia de normalidad en las variables principales, se utilizaron pruebas no paramétricas.

La metodología propuesta permitió establecer un buen control de cada etapa del proceso, aseguró la reproductibilidad de los datos, y ayudó a realizar comparaciones objetivas entre las tres marcas de fresas evaluadas, consideró variables operatorias y sociodemográficas que pueden

influir en los resultados. El uso del microscopio óptico y el software FIJI aseguró una medición precisa de los parámetros de desgaste, y aparición de microfracturas.

### **Resultados**

Los datos analizados en este estudio se obtuvieron de los tres grupos de fresas según la marca: Angelus, SS White y Genérica. No se registraron datos perdidos al procesar la información. Las pruebas de normalidad mostraron que las variables principales no siguieron una distribución normal, por lo que se emplearon pruebas no paramétricas para los análisis comparativos. La comparación entre las fresas de las tres marcas se efectuó mediante la prueba de Kruskal-Wallis y comparaciones por pares con la prueba U de Mann-Whitney. Las asociaciones entre variables categóricas se analizaron con chi-cuadrado de Pearson y las correlaciones entre variables continuas con el coeficiente de Spearman. Se adoptó un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

**Tabla 3***Distribución general de la marca*

<b>Variable</b>	<b>Resultado</b>
<b>Total, de fresas analizadas</b>	159
<b>Número de grupos</b>	3
<b>Tamaño por grupo</b>	53
<b>Marcas evaluadas</b>	Angelus, SS White y Genérica
<b>Datos perdidos</b>	0

Fuente: Elaboración propia.

**Desgaste de las fresas según la marca**

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al cambio de longitud de la parte activa entre las tres marcas (Kruskal-Wallis  $H = 105.660$ ;  $p < 0.001$ ). Los rangos promedios fueron: Angelus: 27.00, SS White: 103.96, Genérica: 109.04. Esto indica que las fresas de marca Angelus presentaron menor desgaste longitudinal, mientras que las marcas SS White y Genérica mostraron un mayor cambio dimensional.

**Tabla 4***Cambio en la longitud de la parte activa según la marca*

<b>Marca</b>	<b>N.º</b>	<b>Rango promedio</b>
<b>Angelus</b>	53	27.00
<b>SS White</b>	53	103.96
<b>Genérica</b>	53	109.04

Fuente: Elaboración propia.

En las comparaciones por pares pudimos observar que la marca Angelus vs SS White y Angelus vs Genérica muestran una diferencia significativa ( $U = 0.000$ ;  $p < 0.001$ ). En la comparativa de las marcas SS White vs Genérica: no hubo diferencia significativa ( $U = 1270.000$ ;  $p = 0.395$ ). Estos hallazgos indican que las fresas Angelus mostraron mejor estabilidad en longitud que las otras dos marcas.

**Tabla 5***Comparaciones pareadas de la longitud*

<b>Comparación</b>	<b>U de Mann-Whitney</b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Angelus vs SS White</b>	0.000	< 0.001	Significativa
<b>Angelus vs Genérica</b>	0.000	< 0.001	Significativa
<b>SS White vs Genérica</b>	1270.000	0.395	No significativa

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el área de la parte activa también se observaron diferencias estadísticamente significativas entre marcas (Kruskal-Wallis  $H = 132.864$ ;  $p < 0.001$ ). Los rangos promedios fueron: Angelus: 27.00, SS White: 83.04, Genérica: 129.96. Esto demuestra que Angelus tuvo el menor desgaste de su área, SS White presentó un desgaste intermedio y la marca Genérica fue la que tuvo el mayor desgaste.

**Tabla 6**

*Cambio en el área de la parte activa según la marca*

<b>Marca</b>	<b>N.º</b>	<b>Rango promedio</b>
<b>Angelus</b>	53	27.00
<b>SS White</b>	53	83.04
<b>Genérica</b>	53	129.96

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar las comparaciones por pares entre las marcas se determinó que Angelus vs SS White y Angelus vs Genérica presentaron diferencias significativas ( $U = 0.000$ ;  $p < 0.001$ )

Al igual que SS White vs Genérica ( $U = 161.000$ ;  $p < 0.001$ ) con lo cual las tres marcas se diferenciaron entre sí, siendo la marca Genérica la de peor comportamiento.

**Tabla 7***Comparaciones pareadas para el área*

<b>Comparación</b>	<b>U de Mann-Whitney</b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Angelus vs SS White</b>	0.000	< 0.001	Significativa
<b>Angelus vs Genérica</b>	0.000	< 0.001	Significativa
<b>SS White vs Genérica</b>	161.000	< 0.001	Significativa

Fuente: Elaboración propia.

**Microfracturas según la marca**

En cuanto al número de microfracturas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres marcas en el número de microfracturas (Kruskal-Wallis  $H = 3.181$ ;  $p = 0.204$ ), todas las marcas presentaron un número similar de microfracturas. Los rangos promedios fueron: Angelus: 79.67, SS White: 76.39, Genérica: 83.94.

**Relación entre variables sociodemográficas y desgaste / microfracturas**

Con las correlaciones de Spearman se evaluó la asociación entre edad del paciente, operador y tiempo de osteotomía vs el cambio en longitud, cambio en el área y número de microfracturas. El análisis determinó que no existen correlaciones estadísticamente significativas, todos los valores de  $p$  fueron mayores a 0.05, se observó una correlación positiva fuerte entre el cambio en longitud y de área ( $\rho = 0.734$ ;  $p < 0.001$ ), ya que las fresas que más cambiaron en longitud también tendieron a cambiar más su área.

**Tabla 8***Correlaciones de Spearman entre variables continuas y resultados*

<b>Relación evaluada</b>	<b>Rho</b>	<b>Valor p</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Edad del paciente vs cambio en longitud</b>	-0.007	0.930	No significativa
<b>Edad del paciente vs número de microfracturas</b>	0.039	0.622	No significativa
<b>Edad del operador vs cambio en longitud</b>	-0.066	0.412	No significativa
<b>Edad del operador vs número de microfracturas</b>	-0.086	0.281	No significativa
<b>Tiempo de osteotomía vs cambio en longitud</b>	-0.119	0.134	No significativa
<b>Tiempo de osteotomía vs cambio del área</b>	-0.098	0.218	No significativa
<b>Tiempo de osteotomía vs número de microfracturas</b>	0.076	0.342	No significativa
<b>Cambio en longitud vs cambio en área</b>	0.734	< 0.001	Correlación positiva fuerte

Fuente: Elaboración propia.

### Asociación entre variables categóricas y desgaste / microfracturas

En este estudio las variables sociodemográficas mostraron poca o nula relación con el desgaste o las microfracturas, excepto una asociación aislada entre consumo de alcohol y cambio en longitud, que debe interpretarse con cautela por la posible duplicación de variables y por el efecto fuerte de la marca.

**Tabla 9**

*Asociación entre variables categóricas y resultados*

<b>Variable</b>	<b>Cambio en longitud</b>	<b>Cambio en ancho</b>	<b>Número de microfracturas</b>
<b>Sexo del paciente</b>	p = 0.857	p = 0.813	p = 0.598
<b>Sexo del operador</b>	p = 0.848	p = 0.549	p = 0.910
<b>Consumo de alcohol y tabaco</b>	U = 2526.500; p = 0.033	p = 0.119	p = 0.289

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicados los análisis estadísticos se determinó que la marca de la fresa influyó significativamente en el desgaste dimensional de la parte activa, tanto en longitud como en el área. Por lo cual Angelus fue la marca con menor desgaste, mientras que la marca Genérica mostró el peor comportamiento, especialmente en pérdida del área. El hallazgo principal del estudio sugiere que el comportamiento de la fresa depende más de la marca que de las características del paciente o del operador.

## Discusión

El presente estudio demostró que el comportamiento de las tres marcas de fresas redondas N.º 8 evaluadas no fue similar después de una osteotomía estandarizada, de una duración aproximada de 5min (Blagova, et al., 2023, p. 19). Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el desgaste dimensional de la parte activa, tanto en la longitud como en el área de su parte activa, mientras que el número de microfracturas no mostró diferencias significativas entre grupos.

Estos hallazgos sugieren que la marca comercial influye de manera importante en la estabilidad morfológica del instrumento tras su uso clínico. Entre las marcas analizadas, Angelus presentó el mejor comportamiento frente al desgaste, al mostrar los menores cambios dimensionales tanto en la longitud como en el área de su parte activa.

En contraste, las fresas genéricas mostraron el mayor desgaste, especialmente al medir el área de su parte activa, mientras que las fresas de la marca SS White presentó un comportamiento intermedio. Este patrón sugiere que no todas las fresas redondas N.º 8 de carburo tungsteno disponibles en el mercado ecuatoriano ofrecen un desempeño homogéneo tras un mismo tiempo de uso clínico en el proceso de osteotomía.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo expuesto en la literatura revisada. (Wu, et al., 2020, p.103) (Lisiecka, 2018, p. 6) (Thawaba, et al., 2023, p. 478) coinciden que el carburo de tungsteno se caracteriza por su elevada dureza, resistencia y eficiencia de corte, y que, además, sus bordes activos sufren desgaste progresivo como consecuencia del uso clínico. En este sentido, un aspecto relevante del presente estudio son las alteraciones que sufrieron las tres marcas de fresas después de un único uso clínico estandarizado de 5 minutos de osteotomía.

Gran parte de la literatura menciona un deterioro asociado al uso repetido (Tepedino, et al., 2018, p. 33-40). Lo cual provoca daño en las laminillas de corte, y afecta su eficacia (Chen, et al., 2017, p. 1950). Contrario a ello los hallazgos de este estudio evidencian que el desgaste puede ser detectable desde el primer uso. Desde el punto de vista clínico, estos resultados refuerzan la necesidad de vigilar el número de reutilizaciones y la respuesta inicial de la fresa según su marca comercial. Esto debido a que solo el 55% de los departamentos hospitalarios que utilizan fresas de carburo tungsteno los desechan después de un solo uso (Sheriteh, et al, 2010, p. 56).

En este estudio todas las marcas presentaron microfracturas dentro de su uso en osteotomía, pero a diferencia del desgaste dimensional, el número de microfracturas no presentó diferencias estadísticamente significativas entre marcas. Este hallazgo sugiere que, bajo las condiciones a las cuales las fresas fueron evaluadas, la alteración temprana del instrumento se manifestó principalmente como cambio morfológico de la parte activa y no necesariamente como fragmentación de las láminas de corte.

La correlación encontrada entre el cambio en longitud y el cambio en el área refuerza la consistencia de los resultados. Este hallazgo indica que el desgaste de la parte activa no ocurrió de forma aislada en una sola dimensión, sino de manera conjunta en toda la morfología de la parte activa de las fresas. Otro hallazgo relevante de este estudio es la escasa asociación entre las variables sociodemográficas con los resultados principales del estudio. En donde se pudo comprobar que ni la edad ni el género tanto del paciente como del operador, ni el tiempo de osteotomía mostraron correlaciones significativas con el desgaste o con el número de microfracturas que presentaron las fresas de este estudio.

Desde el punto de vista clínico, estos resultados son relevantes porque el desgaste de la parte activa puede comprometer la eficiencia de corte del instrumento y potencialmente aumentar la fricción durante la osteotomía. La literatura ha señalado que el deterioro de las fresas puede favorecer el incremento de temperatura y elevar el riesgo de lesión térmica ósea. En este contexto, la identificación de diferencias entre marcas desde el primer uso aporta evidencia útil para la selección del instrumental quirúrgico y para la toma de decisiones sobre su reemplazo oportuno.

El aporte principal de este estudio radica en ofrecer evidencia comparativa obtenida en condiciones clínicas reales sobre tres marcas de fresas disponibles en el mercado ecuatoriano. Considerando que aún no existen criterios uniformes para definir la vida útil de las fresas redondas N.º 8 de carburo de tungsteno, los hallazgos presentados contribuyen a fundamentar futuras recomendaciones orientadas al control de calidad, la selección del instrumental y la estandarización de protocolos de uso y recambio.

Entre las limitaciones del estudio debe considerarse que no se evaluó de forma directa propiedades metalúrgicas de las fresas, por lo que no es posible atribuir las diferencias observadas a un mecanismo específico de fabricación. Asimismo, el análisis se centró en una sola osteotomía estandarizada de 5 minutos.

Por lo que se recomienda que futuras investigaciones amplíen el análisis del desgaste de fresas redondas N.º 8 de carburo de tungsteno mediante usos clínicos acumulados y se incluya un análisis de variables como las propiedades metalúrgicas e incorporar técnicas de análisis de superficie, lo que permitirá definir la vida útil de las fresas.

En conjunto, los hallazgos del presente estudio indican que la marca comercial de la fresa constituye el factor determinante en el desgaste dimensional temprano de la parte activa tras la osteotomía. Angelus mostró el comportamiento más favorable, mientras que las fresas genéricas presentaron el mayor deterioro. Estos resultados respaldan la necesidad de fortalecer criterios basados en evidencia para la selección y recambio del instrumental rotatorio en cirugía oral.

### **Conclusiones**

Las fresas redondas N.º 8 de carburo tungsteno sufren desgaste en su parte activa después de su primer uso en osteotomía, y dicho desgaste varía significativamente según la marca comercial evaluada.

En relación con la longitud de la parte activa, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las marcas evaluadas. Angelus presentó el menor desgaste longitudinal, mientras que SS White y Genérica mostraron mayor modificación dimensional. En cuanto al área de la parte activa, también se encontraron diferencias significativas entre las tres marcas. Angelus presentó el menor desgaste, SS White mostró un comportamiento intermedio y las fresas genéricas registraron el mayor cambio dimensional.

## Referencias

- Alam, K., Qamar, S. Z., Iqbal, M., Piya, S., Al-Kindi, M., Qureshi, A., Al-Ghathithi, A., Al-Sumri, B., & Silberschmidt, V. V. (2023). Effect of drill quality on biological damage in bone drilling. *Scientific reports*, *13*(1), 6234. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33381-y>
- Antonio da Costa Borges, M., Margonar, R., Spinelli, M. A., Gomes Cavalcanti, I. M., Pimentel Lopes de Oliveira, G. J., & Queiroz, T. P. (2019). Semiautomatic device for in vitro/ experimental bone perforation in dental implant research. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, *47*(6), 991–995. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.11.021>.
- Ayranci, F., Ayranci, L. B., Arslan, H., Omezli, M. M., & Topcu, M. C. (2015). Assessment of root surfaces of apicected teeth: a scanning electron microscopy evaluation. *Nigerian journal of clinical practice*, *18*(2), 198–202. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.151041>
- Bahmanyar, S., Namin, A. W., Weiss, R. O., Vincent, A. G., Read-Fuller, A. M., & Reddy, L. V. (2021). Mandibular orthognathic surgery. *Facial Plastic Surgery*, *37*(6), 716–721. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735309>
- Bernabeu-Mira, J. C., Pellicer-Chover, H., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Oltra, D. (2020). In Vitro Study on Bone Heating during Drilling of the Implant Site: Material, Design and Wear of the Surgical Drill. *Materials (Basel, Switzerland)*, *13*(8), 1921. <https://doi.org/10.3390/ma13081921>
- Bernabeu-Mira, J. C., Peñarrocha-Diago, M., Peñarrocha-Diago, M., Romero-Gavilán, F., Camacho-Alonso, F., & Peñarrocha-Oltra, D. (2023). Comparison of patient-centered

- outcomes measures between low-speed drilling without irrigation and high-speed drilling with irrigation: A randomized clinical trial. *Clinical oral implants research*, 35(1), 21–30. <https://doi.org/10.1111/clr.14189>
- Bhargava, N., Perrotti, V., Caponio, V. C. A., Matsubara, V. H., Patalwala, D., & Quaranta, A. (2023). Comparison of heat production and bone architecture changes in the implant site preparation with compressive osteotomes, osseodensification technique, piezoelectric devices, and standard drills: an ex vivo study on porcine ribs. *Odontology*, 111(1), 142–153. <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00730-8>
- Blagova, B., Krastev, D., & Malinova, L. (2023). Conventional drilling versus ultrasound and laser osteotomy in mandibular third molar surgery: A comparative study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 55(10), 862–870. <https://doi.org/10.1002/lsm.23730>
- Blagova, B., Krastev, D., Krastev, N., & Malinova, L. (2024). Tissue changes and tissue reactivity following osteotomy by a conventional rotary device, an ultrasonic unit, and an Er: YAG laser - A comparative study in humans. *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery*, 125(5), 101750. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101750>
- Chen, Y. C., Tu, Y. K., Zhuang, J. Y., Tsai, Y. J., Yen, C. Y., & Hsiao, C. K. (2017). Evaluation of the parameters affecting bone temperature during drilling using a three-dimensional dynamic elastoplastic finite element model. *Medical & biological engineering & computing*, 55(11), 1949–1957. <https://doi.org/10.1007/s11517-017-1644-8>
- Di Cristofaro, R. G., Giner, L., & Mayoral, J. R. (2013). Comparative study of the cutting efficiency and working life of carbide burs. *Journal of Prosthodontics*, 22(5), 391–396. <https://doi.org/10.1111/jopr.12017>

Donado Rodríguez, M., & Martínez-González, J. M. (2014). *Cirugía bucal: Patología y técnica* (4.<sup>a</sup> ed.). Elsevier Masson.

Fischer, E. R., Hansen, B. T., Nair, V., Hoyt, F. H., Schwartz, C. L., & Dorward, D. W. (2024). Scanning Electron Microscopy. *Current protocols*, 4(5), e1034.  
<https://doi.org/10.1002/cpz1.1034>

Fonseca, R. J., Walker, R. V., Barber, H. D., Powers, M. P., & Frost, D. E. (Eds.). (2013). *Oral and maxillofacial trauma* (4th ed.). Saunders.

Gökçe Uçkun, G., Saygılı, S., Çakır, M., & Geçkili, O. (2025). Effect of osteotomy strategy on primary stability and intraosseous temperature rise: an ex-vivo study. *BMC oral health*, 25(1), 830. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06179-9>

Gonzaga, C. C., Falcão Spina, D. R., de Paiva Bertoli, F. M., Feres, R. L., Franco Fernandes, A. B., & da Cunha, L. F. (2019). Cutting efficiency of different diamond burs after repeated cuts and sterilization cycles in autoclave. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*, 30(6), 915–919.  
[https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_122\\_18](https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_122_18)

Huang, D., Wu, Q., Zhou, X., & Kang, F. (2019). Activity and morphologic changes in the mandible after mandibular osteotomy. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 155(1), 40–47.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.02.016>

- Hupp, J. R., Ellis III, E., & Tucker, M. R. (2014). *Cirugía oral y maxilofacial contemporánea* (6.<sup>a</sup> ed.). Elsevier España.
- Kalidindi, V. (2004). *Optimization of drill design and coolant systems during dental implant surgery* (Master's thesis, University of Kentucky). University of Kentucky Master's Theses. [https://uknowledge.uky.edu/gradschool\\_theses/314](https://uknowledge.uky.edu/gradschool_theses/314).
- Koo, K. T., Kim, M. H., Kim, H. Y., Wikesjö, U. M. E., Yang, J. H., & Yeo, I. S. (2015). Effects of implant drill wear, irrigation, and drill materials on heat generation in osteotomy sites. *Journal of Oral Implantology*, *41*(2), e19–e23. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-13-00151>
- Koopae, M., Kolahdouz, S., & Kolahdouz, E. M. (2019). Comparison of wear and temperature of zirconia and tungsten carbide tools in drilling bone: in vitro and finite element analysis. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*, *57*(6), 557–565. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2019.05.002>
- Lim, L., & Heggie, A. A. (2018). Versatile facial osteotomies. *Australian Dental Journal*, *63*(Suppl. 1), S48–S57. <https://doi.org/10.1111/adj.12590>
- Lisiecka, B. (2018). *Evaluación del desgaste de la fresa dental de carburo de tungsteno*. **Production Engineering Archives**, *19*, 6–9. <https://doi.org/10.30657/pea.2018.19.02>
- Liu, J., Hua, C., Pan, J., Han, B., & Tang, X. (2018). Piezosurgery vs conventional rotary instrument in the third molar surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of dental sciences*, *13*(4), 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2016.09.006>

- Llopis Monferrer, N., Foulon, V., & Elies, P. (2022). Enhanced scanning electron microscopy images using muscovite mica, an example with Rhizaria. *Microscopy research and technique*, 85(7), 2748–2751. <https://doi.org/10.1002/jemt.24095>
- Mathivanan, A., Saisadan, D., Manimaran, P., Kumar, C. D., Sasikala, K., & Kattack, A. (2017). Evaluation of Efficiency of Different Decontamination Methods of Dental Burs: An *In vivo* Study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 9(Suppl 1), S37–S40. [https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS\\_81\\_17](https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_81_17)
- Menziletoglu, D., Basturk, F., Isik, B. K., & Esen, A. (2020). A prospective split-mouth clinical study: comparison of piezosurgery and conventional rotary instruments in impacted third molar surgery. *Oral and maxillofacial surgery*, 24(1), 51–55. <https://doi.org/10.1007/s10006-019-00817-7>
- Mehra, P., & Avinash, R. (2024). Surgical Management and Proposed Protocol for Iatrogenic Separation of Bur During Maxillofacial Surgery. *Journal of maxillofacial and oral surgery*, 23(6), 1492–1495. <https://doi.org/10.1007/s12663-024-02298-y>
- Misch, C. E. (2020). *Contemporary implant dentistry* (4.<sup>a</sup> ed.). Mosby.
- Möhlhenrich, S. C., Modabber, A., Steiner, T., Mitchell, D. A., & Hölzle, F. (2016). Corrigendum to "Heat generation and drill wear during dental implant site preparation: systematic review" [Br. J. Oral Maxillofac. Surg. 53(8) (2015) 679–689]. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*, 54(1), 117. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2015.11.005>

- Nam, O., Yu, W., Choi, M. Y., & Kyung, H.-M. (2006). Monitoring of bone temperature during osseous preparation for orthodontic micro-screw implants: Effect of motor speed and pressure. *Key Engineering Materials*, 321–323, 1044–1047.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.321-323.1044>
- Nawrocka, A., Piwonski, I., Sauro, S., Porcelli, A., Hardan, L., & Lukomska-Szymanska, M. (2021). Traditional microscopic techniques employed in dental adhesion research—Applications and protocols of specimen preparation. *Biosensors*, 11(11), 408.  
<https://doi.org/10.3390/bios11110408>
- Oliveira, N., Alaejos-Algarra, F., Mareque-Bueno, J., Ferrés-Padró, E., & Hernández-Alfaro, F. (2011). Thermal changes and drill wear in bovine bone during implant site preparation: An *in vitro* comparative study of stainless steel and ceramic twisted drills. *Clinical Oral Implants Research*, 22(12), 1361–1366. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02248.x>
- Oliveira, G. J., Barros-Filho, L. A., Barros, L. A., Queiroz, T. P., & Marcantonio, E., Jr (2016). In Vitro Evaluation of the Primary Stability of Short and Conventional Implants. *The Journal of oral implantology*, 42(6), 458–463.
- Parrini, S., Bovicelli, A., & Chisci, G. (2023). Microbiological retention on PTFE versus silk suture: A quantitative pilot study in third molar surgery. *Antibiotics*.
- Pérez-González, J. M., Esparza-Villalpando, V., Martínez-Rider, R., Noyola-Frías, M. Á., & Pozos-Guillén, A. (2018). Clinical and radiographic characteristics as predictive factors of swelling and trismus after mandibular third molar surgery: A longitudinal approach.

*Pain Research and Management*, 2018, Article ID 7938492.

<https://doi.org/10.1155/2018/7938492>

Rashad, A., Sadr-Eshkevari, P., Heiland, M., Smeets, R., Hanken, H., Gröbe, A., Assaf, A. T., Köhnke, R. H., Mehryar, P., Riecke, B., & Wikner, J. (2015). Intraosseous heat generation during sonic, ultrasonic and conventional osteotomy. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 43(7), 1072–1077. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.05.018>

Rashad, A., Schwan, S., Nasirpour, A., Schmitz, I., Hanken, H., Friedrich, R. E., & Gosau, M. (2021). Bone Micromorphology and Material Attrition After Sonic, Ultrasonic and Conventional Osteotomies. *In vivo (Athens, Greece)*, 35(3), 1499–1506. <https://doi.org/10.21873/invivo.12402>

Risnes, S., Saeed, M., & Sehic, A. (2019). Scanning Electron Microscopy (SEM) Methods for Dental Enamel. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 1922, 293–308. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9012-2\\_27](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9012-2_27)

Sajjanshetty, S., Hugar, D., Hugar, S., Ranjan, S., & Kadani, M. (2014). Decontamination methods used for dental burs - a comparative study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(6), ZC39–ZC41. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/9314.4488>

Scarano, A., Iezzi, G., Perrotti, V., Tetè, S., Staiti, G., Mortellaro, C., & Cappucci, C. (2014). Ultrasonic versus drills implant site preparation: a histologic analysis in bovine ribs. *The Journal of craniofacial surgery*, 25(3), 814–817. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000713>

- Sheriteh, Z., Hassan, T., Sherriff, M., Cobourne, M., & Riley, P. (2010). Decontamination of viable *Streptococcus mutans* from orthodontic tungsten carbide debonding burs. An in vitro microbiological study. *Journal of orthodontics*, *37*(3), 181–187.  
<https://doi.org/10.1179/14653121043083>
- Shetty, L., Gangwani, K., Londhe, U., Bharadwaj, S., Bakri, M. M. H., Alamoudi, A., Reda, R., Bhandi, S., Raj, A. T., Patil, S., & Testarelli, L. (2022). Comparison of the C-Reactive Protein Level and Visual Analog Scale Scores between Piezosurgery and Rotatory Osteotomy in Mandibular Impacted Third Molar Extraction. *Life (Basel, Switzerland)*, *12*(6), 923. <https://doi.org/10.3390/life12060923>
- Spranley, T. J., Cheramie, T. J., Ireland, E. J., Sergent, R. S., Yeadon, W. R., Desonier, D. P., Raymond, W. D., & Hagen, J. L. (2011). Cutting effectiveness of carbide burs following multiple steam autoclaving cycles. *General dentistry*, *59*(1), 53–58.
- Stelzle, F., Frenkel, C., Riemann, M., Knipfer, C., Stockmann, P., & Nkenke, E. (2014). The effect of load on heat production, thermal effects and expenditure of time during implant site preparation - an experimental ex vivo comparison between piezosurgery and conventional drilling. *Clinical oral implants research*, *25*(2), e140–e148.  
<https://doi.org/10.1111/clr.12077>
- Szalma, J., Klein, O., Lovász, B. V., Lempel, E., Jeges, S., & Olasz, L. (2018). Recommended Drilling Parameters of Tungsten Carbide Round Drills for the Most Optimal Bone Removals in Oral Surgery. *BioMed research international*, *2018*, 3108581.  
<https://doi.org/10.1155/2018/3108581>

- Szalma, J., Kiss, C., Gurdán, Z., Tóth, Á., Olasz, L., & Jakse, N. (2016). Intraosseous Heat Production and Preparation Efficiency of Surgical Tungsten Carbide Round Drills: The Effect of Coronectomy on Drill Wear. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 74(3), 442–452. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.11.012>
- Tepedino, M., Romano, F., Indolfi, M., & Aimetti, M. (2018). Heat Production and Drill Wear Following Osseous Resective Surgery: A Preliminary In Vitro SEM Study Comparing Piezosurgery and Conventional Drilling. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 38(3), e33–e40. <https://doi.org/10.11607/prd.3495>
- Thawaba, A. A., Albelasy, N. F., Elsherbini, A. M., & Hafez, A. M. (2023). Evaluation of enamel roughness after orthodontic debonding and clean-up procedures using zirconia, tungsten carbide, and white stone burs: an in vitro study. *BMC oral health*, 23(1), 478. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03194-6>
- Timon, C., & Keady, C. (2019). Thermal Osteonecrosis Caused by Bone Drilling in Orthopedic Surgery: A Literature Review. *Cureus*, 11(7), e5226. <https://doi.org/10.7759/cureus.5226>
- Valente, N. A., Cosma, L., Nocca, G., D'Addona, A., & Lajolo, C. (2019). Piezoelectric Device Versus Conventional Osteotomy Instruments in the Comparison of Three Different Bone Harvesting Methods: An Istomorphometric, Phonometric, and Chronometric Evaluation. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 34(5), 1070–1077. <https://doi.org/10.11607/jomi.7309>

- Vranckx, M., Fieuws, S., Jacobs, R., & Politis, C. (2022). Surgical experience and patient morbidity after third molar removal. *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery*, 123(3), 297–302. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2021.07.004>
- Woods, J. C., Cook, J. L., Bozynski, C. C., Tegethoff, J. D., Kuroki, K., & Crist, B. D. (2022). Does Irrigating While Drilling Decrease Bone Damage?. *The Iowa orthopaedic journal*, 42(2), 22–29.
- Wu, S. X., Li, K. Q., Zhu, W. Z., Wang, C. Y., & Chen, W. L. (2020). Machinability of high-speed enamel cutting with carbide bur. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 103, 103529. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2019.103529>
- Zhao, S., Wang, Y., Yang, X., Zhou, X., Wang, Z., Zhang, K., & Yang, X. (2023). Extraction of impacted mandibular third molars in close proximity to the inferior alveolar canal with coronectomy-miniscrew traction to avoid nerve injury. *Clinical oral investigations*, 27(8), 4279–4288. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05044-9>