

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TESIS

Comparación de la rugosidad de la superficie del esmalte post-descementación de brackets pulidas con dos pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y a base de cáscara de huevo de gallina. Estudio in vitro.

Tesis para optar por el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Angela Luisa Pariona Calisaya (0000-0002-7352-3625)

ASESOR

Esp. Leandra Ríos Llanca (0000-0003-1082-3900)

CO-ASESOR

Dra. Karina Huamán Mujica (0000-0001-9183-5596)

Tacna, Noviembre de 2023

DEDICATORIA

*A Dios, por su infinita bondad
A mis padres y hermano, que durante todo momento estuvieron presentes de una u otra
manera para apoyarme incondicionalmente, gracias a Dios y a la vida por poner en mi
camino la grandiosa oportunidad de formar parte de tan admirable casa de estudios.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre presente en mi corazón, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi familia que siempre me apoyaron durante toda la carrera.

A mi asesora Dra. Leandra Ríos Llanca y co-asesora Dra. Karina Huamán Mujica quienes siempre ofrecieron un apoyo incondicional y me acompañaron durante este proceso investigativo. Sus enseñanzas, tiempo y paciencia permitieron el desarrollo del presente trabajo.

Al Físico Ph. D. José Castañeda por su valioso apoyo en la investigación.

RESUMEN

Objetivos: *El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de dos pastas pulidoras experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y gallina en la rugosidad de la superficie del esmalte, posterior a la descementación de brackets.*

Material y Métodos: *Se formularon pastas de pulido experimentales con diferentes tamaños de partículas de cáscara de huevos de codorniz y gallina, incluyendo 0.1 μm , 0.3 μm , 2 μm . Los análisis se realizaron utilizando muestras de premolares sanos ($n=90$). La rugosidad del esmalte se midió utilizando un rugosímetro, antes de la unión del bracket, después del descementado de bracket de ortodoncia con remoción de cemento residual y después de pulir la superficie con la pasta de pulido experimental. Los análisis cualitativos de las superficies del esmalte se realizaron mediante microscopía electrónica de barrido.*

Resultados: *Inicialmente las muestras sin pulir presentaron una microrrugosidad superficial media alta, después de aplicar la pasta de pulido de codorniz, gallina y la pasta Diamond Excel, se obtuvo una microrrugosidad superficial media baja.*

Conclusiones: *Las pastas de pulido experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y gallina redujeron efectivamente la rugosidad de la superficie del esmalte después del descementado de brackets. Destacando la cáscara de huevo de codorniz de 2 μm y la cáscara de huevo de gallina de 0.1 μm con pulido estadísticamente iguales a la pasta diamantada comercial.*

Palabras clave: *Cáscara de huevo, Esmalte dental, Soportes ortodóncicos, Desconsolidación dental, Propiedades de superficie.*

Comparison of enamel surface roughness post bracket debonding polished with two experimental pastes based on quail eggshell and chicken eggshell. In vitro study.

ABSTRACT

Objective: *The aim of this study was to evaluate the effectiveness of two experimental polishing pastes based on quail and chicken eggshells on the roughness of the enamel surface after debonding orthodontic brackets.*

Methods: *Experimental polishing pastes were formulated with different sizes of quail and chicken eggshells particles, including 0.1 μm , 0.3 μm , 2 μm . Analysis were performed using samples from healthy premolars (n=90). Enamel roughness was measured using surface roughness tester, before bonding the bracket, after debonding the orthodontic bracket with removal of residual cement and after polishing the surface with the experimental polishing paste. Qualitative analyzes of enamel surfaces were performed using scanning electron microscopy.*

Results: *Initially, the unpolished samples presented a medium-high surface microroughness; after applying the quail, chicken polishing paste and Diamond Excel paste, a medium-low surface microroughness was obtained.*

Conclusion: *Experimental polishing pastes based on quail and chicken eggshells effectively reduced the roughness of the enamel surface after bracket debonding. Highlighting the 2 μm quail egg shell and the 0.1 μm chicken egg shell with polishing similar to diamond paste and enamel in its initial state.*

Keywords: *Eggshell, Tooth enamel, Orthodontic supports, Dental deconsolidation, Surface properties.*

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Angela Luisa Pariona Calisaya, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 72883492, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“Comparación de la rugosidad de la superficie del esmalte post-descementación de brackets pulidas con dos pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y a base de cáscara de huevo de gallina. Estudio in vitro.”

Asesorada por Mag. Leandra Ríos Llanca y Dra. Karina Huamán Mujica, la cual presente para optar el: Título Profesional de Cirujano Dentista.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 72883492

Fecha: 09/01/2024

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
VII. ANEXOS	48
ANEXO 01	48
ANEXO 02	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Muestras de cáscaras de huevo preparadas y analizadas.....	15
Tabla 2. Insumos usados para la preparación de la pasta de pulido en gramos y sus propiedades.....	17
Tabla 3. Distribución de grupos de estudio.	18
Tabla 4. Diámetro promedio y desviación estándar de cristalito de las muestras de cáscara de huevo obtenido por XRD.	23
Tabla 5. Tamaño promedio de partícula de las muestras de cáscara de huevo obtenido por DLS.....	27
Tabla 6. Tabla sumaria de estadísticos descriptivos de cada grupo de estudio.	29
Tabla 7. Resultados de la prueba de ANOVA de un factor.....	30
Tabla 8. Resultados del test de Tukey.	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Tamaño de cristalito a las muestras de cáscara de huevo obtenido por XRD.	24
Gráfico 2. Difractogramas de las muestras de cáscara de huevo de gallina (arriba) y de codorniz (abajo) para los diferentes tiempos de molienda.	25
Gráfico 3. Distribución de tamaños de partículas en las muestras de cáscara de huevo de gallina para los diferentes tiempos de molienda obtenida por DLS.	26
Gráfico 4. Distribución de tamaños de partículas en las muestras de cáscara de huevo de codorniz para los diferentes tiempos de molienda obtenida por DLS.	26
Gráfico 5. Gráfico de barras para los grupos de estudio.	28
Gráfico 6. Gráfica de comparación de las diferencias de valores medios entre los grupos analizados.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Procedimiento de preparación de muestras mediante molienda mecánica.	15
Figura 2. Cáscaras de huevos obtenidas por molienda mecánica a diferentes tiempos.....	15
Figura 3. Preparación de la pasta de pulido experimental. Partículas de cáscara de huevo de Codorniz y gallina (A), Componentes de la pasta (B), Balanza electrónica (C), Agitador magnético (D), Pasta de pulido experimental en jeringas hipodérmicas (E).....	17
Figura 4. Preparación del espécimen (A), Almacenamiento del espécimen (B),.....	19
Rugosidad inicial (C).....	19
Figura 5. Unión diente bracket. Acondicionamiento ácido(A), Lavado y secado (B) Aplicación de cemento ortodóntico (C), Fotocurado (D).....	20
Figura 6. Descementado con alicate extractor de Brackets (A), Material de unión de brackets a base de resina fluorescente (B), Eliminación de cemento ortodóntico restante (C), Superficie del esmalte libre de cemento ortodóntico (D), Medición de rugosidad post-descementación de Brackets (E).....	21
Figura 7. Aplicación de pastas de pulido según grupos establecidos (A), Pulido de la superficie dental con los dos tipos de pastas experimentales y la pasta pulidora diamantada (FGM) (B). Medición de rugosidad (C).	22
Figura 8.....	36
Evaluación en SEM. C1 (esmalte antes del grabado ácido, Control). Fotomicrografías obtenidas a 500 × (A); y aumento de 1000 × (B).....	36
Figura 9.....	36
Evaluación en SEM. C2 (esmalte después de remover el cemento remanente). Fotomicrografías obtenidas a 500 × (A); y aumento de 1000 × (B).....	36
Figura 10.....	37
Evaluación en SEM. C3 (esmalte tratado con pasta pulidora diamantada Diamond Excel (FGM). Fotomicrografías obtenidas a 500 × (A); y aumento de 1000 × (B).	37
Figura 11.....	37
Evaluación en SEM. G1 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 0.1 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 × (A); y aumento de 1000 × (B).....	37
Figura 12.....	38
Evaluación en SEM. G2 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 0.3 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 × (A); y aumento de 1000 × (B).....	38
Figura 13.....	38

Evaluación en SEM. G3 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 2 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).....	38
Figura 14.....	39
Evaluación en SEM. G4 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 0.1 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).....	39
Figura 15.....	39
Evaluación en SEM. G5 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 0.3 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).....	39
Figura 16.....	40
Evaluación en SEM. G6 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 2 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).....	40

I. INTRODUCCIÓN

La ortodoncia es una especialidad de la odontología encargada de supervisar, cuidar y corregir (1) malposiciones dentarias y trastornos maxilofaciales (2). Dentro de la ortodoncia el uso de aparatos fijos es muy empleado, los Brackets de ortodoncia se adhieren al esmalte, realizando antes un grabado ácido que favorezca la creación de microporosidades y zonas retentivas para obtener una adhesión correcta del cemento ortodóntico a la base del bracket, a fin de brindar soporte al realizar la mecánica de ortodoncia (3).

Finalizando el tratamiento de ortodoncia, la superficie del esmalte debería regresar a su estado original, sin restos de composite y sin dañar la superficie del esmalte. El procedimiento que generalmente se realiza es comenzar con el retiro del aparato ortodóntico con alicates ortodónticos (3), continuando con la eliminación de cemento residual, principalmente usando sistemas rotatorios como la fresa carburo de tungsteno que son eficaces para eliminar los restos de composite, pero dan como resultado una superficie de esmalte áspera que perjudican aún más el esmalte dental, produciendo el aumento de la rugosidad, esto a la vez impide una limpieza adecuada, y lo hace más susceptible a la instalación de placa dental, formación de manchas y reducción de la apariencia estética. Por ello, requieren de pulido del esmalte (4).

El pulido es el procedimiento que nos ayudará a eliminar estas irregularidades, dejando la superficie lisa y con brillo, los beneficios es que favorecen a una buena salud oral debido a que las superficies pulidas no permiten que se acumulen placa bacteriana(5). Los agentes abrasivos más usados son la piedra pómez, carbonato de calcio, silicato de aluminio, silicato de zirconio, la mayoría en presentación de pastas(6). La cáscara de huevo es una de las formas más comunes de desperdicio de material, anualmente a nivel mundial se genera alrededor de 50.000 toneladas de cáscara de huevo(7), que se eliminan principalmente en vertederos sin tratamiento adicional, lo que afecta negativamente al medio ambiente. La cáscara de huevo está compuesta principalmente por 96% de carbonato de Calcio, esto podría ser una opción para la obtención de carbonato calcio natural, y su valorización puede reducir la extracción de reservas naturales no renovables de CaCO_3 , como la roca caliza (8) (9) (10).

Los pulidores a base de cáscara de huevo de gallina y codorniz tienen la propiedad adicional de ser antimicrobianos (11), ambos generan remineralización (12) y son económicos al ser considerados como desechos, además ayudan a cuidar el medio ambiente. La cáscara de huevo es un compuesto biocerámico natural de composición química única de compuestos inorgánicos y orgánicos (13). El calcio de estas cáscaras de huevo pueden cumplir un papel importante en el proceso de remineralización del esmalte y como material de pulido abrasivo reducir la rugosidad de la superficie del esmalte (11) considerando que el esmalte es la capa exterior de las coronas dentales, y el componente más duro del cuerpo humano (14).

Respecto a la actividad antimicrobiana, encontraron que la cáscara de huevo de codorniz presenta actividad antimicrobiana óptima contra numerosas cepas de la cavidad oral *C. albicans*, *S. mutans*, *S. aureus*, *E. coli* y *E. fecalis* (11).

Onwubu SC, Vahed A, Singh S, Kanny KM et al. (15) corroboran que el polvo de cáscara de huevo puede reemplazar de forma natural a la calcita, que por lo regular se extrae y usa como material abrasivo dental. En cuanto a la característica abrasiva de la cáscara de huevo demostraron que reducía efectivamente la rugosidad de la superficie de muestras de resina de PMMA y respaldan que los tamaños de partícula fino y nanométricos reducen rápidamente la rugosidad de una superficie.

Mayta TF, Fernandez GA (12) comprobaron que la pasta a base de cáscara de huevo de codorniz presenta efecto remineralizante, mayor a otras pastas de pulido, como la Pasta Diamond Excel, Pasta de pulido universal.

A pesar del descubrimiento de los diversos usos de la cáscara de huevo aún existe evidencia limitada sobre su potencial abrasivo, y más sobre el uso de estos como pulidores de la superficie dental posterior a la descementación de brackets. Es por ello que el objetivo del presente estudio es determinar la efectividad de las pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y a base de cáscara de huevo de gallina sobre la rugosidad de la superficie del esmalte, posterior a la descementación de brackets con tres diferentes tamaños de partículas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio in vitro fue revisado y aprobado por el Comité de Ética Institucional de la Universidad Privada de Tacna (FACSA-CEI/009-05-2023). Se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Privada de Tacna, Laboratorio de Microbiología y Laboratorio de la Clínica Odontológica docente de la Universidad Privada de Tacna, en colaboración con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El presente es una investigación de tipo experimental in vitro, prospectivo, longitudinal, analítico. Se calculó el tamaño de la muestra en el software G Power 3.1.9.7 se consideró el tamaño del efecto de 0.9479941, un error alfa de 0.05 y un poder de 0.8, obteniendo como cantidad 90 muestras (n=10 por grupo). Así, se utilizaron 90 especímenes dentarios (premolares) los cuales fueron extraídos por fines ortodónticos, protésicos, por enfermedad periodontal, alta movilidad dental, donados y recolectados con la ayuda de distintos odontólogos que trabajan en Tacna. Los criterios para la selección de dientes incluyeron premolares íntegros, en la superficie vestibular que no hayan sido sometidos a tratamiento de ortodoncia. Se excluyeron premolares con lesiones cariosas, restauraciones, erosiones, abfracciones, hipocalcificaciones, fracturas, grietas u otro defecto detectable a simple vista en la zona vestibular.

Obtención de polvo de cáscara de huevo de codorniz / gallina

La obtención del polvo de cáscara de huevo de codorniz y gallina, se realizó siguiendo la metodología de Suryanarayana C. (24) y Ononiwu y col (25). Las muestras fueron obtenidas del consumo doméstico, y fueron adquiridas de las marcas “La Calera” y “Wong” para los huevos de gallina y huevos de codorniz, respectivamente, los cuáles fueron hervidos en agua durante 10 min para facilitar el retiro de la cáscara y de la membrana interna. Luego se realizó la molienda mecánica con molino de bolas (Ball Mill PM 100; Retsch GmbH) que involucra usar 10 billas de 70 g en total junto con 11 g de cáscara, los cuales fueron introducidos en un vial de óxido de zirconio como se observa en la **Figura 1**. Las condiciones de molienda fueron de 10, 30 y 60 min de molienda **Tabla 1**, donde en los dos últimos casos se consideraron intervalos de 10 min para hacer una pausa e invertir el giro. La velocidad de giro fue de 300 rpm en un molino planetario PM100 (Retsch GmbH, Haan, Alemania) (16). Posteriormente las muestras de

cáscaras de huevo preparadas fueron analizadas mediante difracción de rayos X (XRD) para estudiar el tamaño de cristalito. Las condiciones de medida fueron en un rango de 20° a 90° con pasos de 0.1° y un tiempo de 0.1 seg por paso, utilizando un difractómetro D8 Focus (Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, Alemania). Y para el análisis de tamaño de partículas se realizaron medidas de dispersión dinámica de luz (DLS) para obtener los tamaños de partículas usando un analizador de partículas ZLS Nicomp (Entegris Inc., Massachusetts, EE.UU). Finalmente las muestras obtenidas se almacenaron en bolsas Ziploc, como se observa en la **Figura 2**.



Figura 1. Procedimiento de preparación de muestras mediante molienda mecánica.



Figura 2. Cáscaras de huevos obtenidas por molienda mecánica a diferentes tiempos.

Tabla 1. Muestras de cáscaras de huevo preparadas y analizadas.

Muestra	Descripción
G-10min	Cáscara de huevo de gallina sometida a molienda mecánica durante 10 minutos.
G-30min	Cáscara de huevo de gallina sometida a molienda mecánica durante

	30 minutos.
G-60min	Cáscara de huevo de gallina sometida a molienda mecánica durante 60 minutos.
C-10min	Cáscara de huevo de codorniz sometida a molienda mecánica durante 10 minutos.
C-30min	Cáscara de huevo de codorniz sometida a molienda mecánica durante 30 minutos.
C-60min	Cáscara de huevo de codorniz sometida a molienda mecánica durante 60 minutos.

Preparación pasta de pulido experimental.

Se formularon las pastas de pulido experimental a 3 concentraciones para la cáscara de huevo de codorniz alcanzaron 33 g, (11 g. por cada concentración) y 3 concentraciones de cáscara de huevo de gallina 33g. (11 g por cada concentración) (11). Los demás componentes de la **Tabla 2** se pesaron según las proporciones en una balanza electrónica y se prepararon dos beakers en los cuales se colocó 40 ml y 10 ml de agua respectivamente, donde incorporamos las partículas de metilparabeno, sorbitol y el lauril sulfato de sodio en el primer beaker y goma xantana en el segundo beaker con movimientos envolventes constantemente, luego se unieron ambas mezclas y finalmente se agregó la cáscara de huevo y el propilenglicol con agitación magnética constante. El proceso continuó con el etiquetado del producto en un recipiente de vidrio de color ámbar. Finalmente, se vertió la pasta de pulido en jeringas hipodérmicas de 20ml para su aplicación. El grupo de la cáscara de huevo de codorniz fue recubierto con papel aluminio como medio de protección ante la exposición a la luz (17).

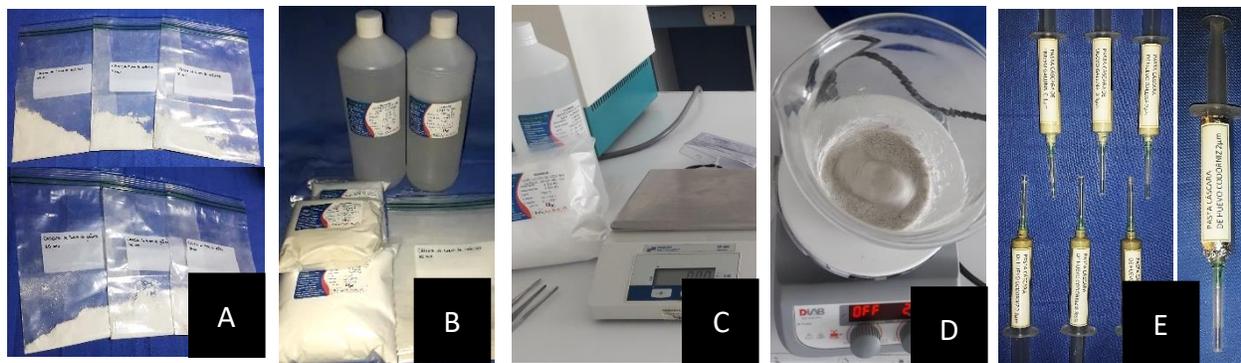


Figura 3. Preparación de la pasta de pulido experimental. Partículas de cáscara de huevo de Codorniz y gallina (A), Componentes de la pasta (B), Balanza electrónica (C), Agitador magnético (D), Pasta de pulido experimental en jeringas hipodérmicas (E).

Tabla 2. Insumos usados para la preparación de la pasta de pulido en gramos y sus propiedades.

Formulación de la pasta experimental. (Huevo de Gallina) (11) (17)

Componentes	Cantidad	Propiedades
Polvo de Cáscara de Huevo de Gallina (0.1, 0.3, 2 μm)	11 g	Abrasivo
Sorbitol	0,20 ml	Edulcorante
Metilparabeno	0,06 g	Preservante
Goma xantana	0,46 g	Espesante
Lauril sulfato de sodio	0,88 g.	Espumante
Propilenglicol	10,57 ml	Humectante
TOTAL	23.17 g	

Formulación de la pasta experimental. (Huevo de Codorniz) (11) (17)

Componentes	Cantidad	Propiedades
Polvo de Cáscara de Huevo de Codorniz según grupo de estudio (0.1, 0.3, 2 μm)	11 g	Abrasivo
Sorbitol	0,20 ml	Edulcorante
Metilparabeno	0,06 g	Preservante
Goma xantana	0,46 g	Espesante

Lauril sulfato de sodio	0,88 g.	Espumante
Propilenoglicol	10,57 ml	Humectante
TOTAL	23.17 g	

Preparación del espécimen:

Todos los especímenes se almacenaron en agua destilada, a temperatura ambiente durante el tiempo del experimento para evitar la deshidratación, la cual se renovó semanalmente. Las raíces se seccionaron (2 mm por debajo de la unión cemento-esmalte) utilizando un disco de diamante de doble cara refrigerado por agua. Se confeccionó una regla de acrílico con altura de 10.1 mm y anillos estándar de PVC de 20 mm de diámetro x 8 mm de alto como molde. A continuación, se vertió sobre el anillo de PVC resina acrílica autopolimerizable y las coronas se colocaron de tal manera que sus superficies de esmalte bucal quedaron expuestas, mientras que la superficie lingual estaba en contacto con la resina de autocurado, se incrustaron de manera que sobresaliera del anillo de PVC, la superficie bucal quedó contra la regla de acrílico para permitir que la mayor parte de la superficie plana de esmalte quedará paralela al suelo y perpendicular a las paredes laterales del anillo de PVC (3). Los 90 especímenes se dividieron aleatoriamente en 9 grupos de 10 cada uno y se rotularon, véase **Tabla 3**. Se determinó el área de unión del bracket en la porción más plana de la superficie bucal y más cercana a su centro, con un marcador de tinta permanente. Posterior a ello las muestras fueron almacenadas bajo inmersión en agua destilada a temperatura ambiente, en un recipiente de plástico sellado, hasta el momento del registro del Grupo C1 (Grupo Control) (18). Se realizó el registro con la ayuda de un rugosímetro (SJ210, Mitutoyo- Corporation), realizando tres mediciones por cada espécimen (3).

Tabla 3. Distribución de grupos de estudio.

Nombre	Descripción
C1	Especímenes de esmalte antes del grabado ácido. (Grupo Control)

- C2 Especímenes de esmalte después de remover el cemento remanente. (Esmalte después de Remoción de Cemento Residual (RCR), sin pulido final)
- Esmalte después de RCR, con pulido final:
- C3 Especímenes de esmalte tratados con pasta pulidora diamantada Diamond Excel (FGM).
- G1 Especímenes pulidos con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 0.1 μm .
- G2 Especímenes pulidos con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 0.3 μm .
- G3 Especímenes pulidos con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 2 μm .
- G4 Especímenes pulidos con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 0.1 μm .
- G5 Especímenes pulidos con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 0.3 μm .
- G6 Especímenes pulidos con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 2 μm .
-



Figura 4. Preparación del espécimen (A), Almacenamiento del espécimen (B),
Rugosidad inicial (C)

Tratamiento diente/Bracket

La superficie vestibular de los premolares se grabó con ácido fosfórico al 37% (Maquira) durante 30 segundos, se enjuagaron con agua durante 10 s y secaron con aire comprimido durante 5 s. Se continuó con la aplicación de cemento ortodóntico (Fix, Maquira) en el bracket (Edgewise, Slim, Morelli), el cemento presenta propiedades fluorescentes a luz ultravioleta (19). Posteriormente se procedió a llevar el bracket con cemento a la superficie vestibular del premolar, se alineó con el eje longitudinal del diente en el centro de la corona clínica y luego eliminamos excesos con la ayuda de una sonda, se continuó con la polimerización durante un total de 40 segundos, desde las direcciones oclusal, gingival, distal y mesial, siendo 10 segundos para cada superficie. La longitud de onda de la luz de polimerización osciló entre 420 y 480 nm (Lámpara I LED Woodpecker) (20). Posteriormente las muestras fueron nuevamente almacenadas en agua destilada durante 24 h a temperatura ambiente.

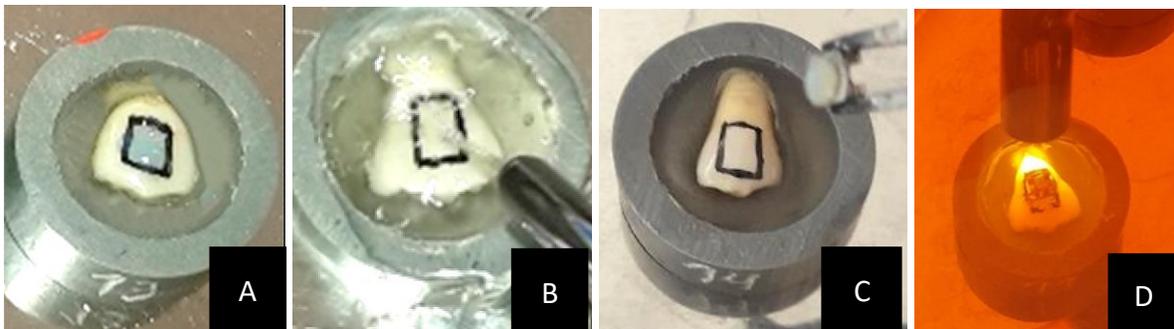


Figura 5. Unión diente bracket. Acondicionamiento ácido(A), Lavado y secado (B) Aplicación de cemento ortodóntico (C), Fotocurado (D).

Después de 24 horas, se realizó el descementado de los brackets removiéndolos manualmente, con alicate extractor de Brackets (6b Invent), aplicando presión y haciendo uso del Método Ala OG, situando la pinza ocluso-gingivalmente y apretando las alas del bracket y despegando el bracket de la superficie dental (21). Para cada grupo se aplicó la eliminación del cemento ortodóntico residual con fresa de carburo de tungsteno de 12 hojas (Angelus) montados en un contra ángulo a baja velocidad (20 000 rpm), con movimiento de pincel. Estandarizamos la remoción haciendo uso de luz ultravioleta que permitió ver el cemento ortodóntico fluorescente y facilitó su remoción. La eliminación del cemento remanente se consideró completa cuando la superficie del esmalte ya no fue iluminada al aplicar luz ultravioleta. Cada fresa multicuchilla se

reemplazó después de cinco usos (22). Se realizó la evaluación de la rugosidad superficial con un rugosímetro (SJ210. Mitutoyo- Corporation), tres mediciones de rugosidad a cada espécimen y se calculó la media.

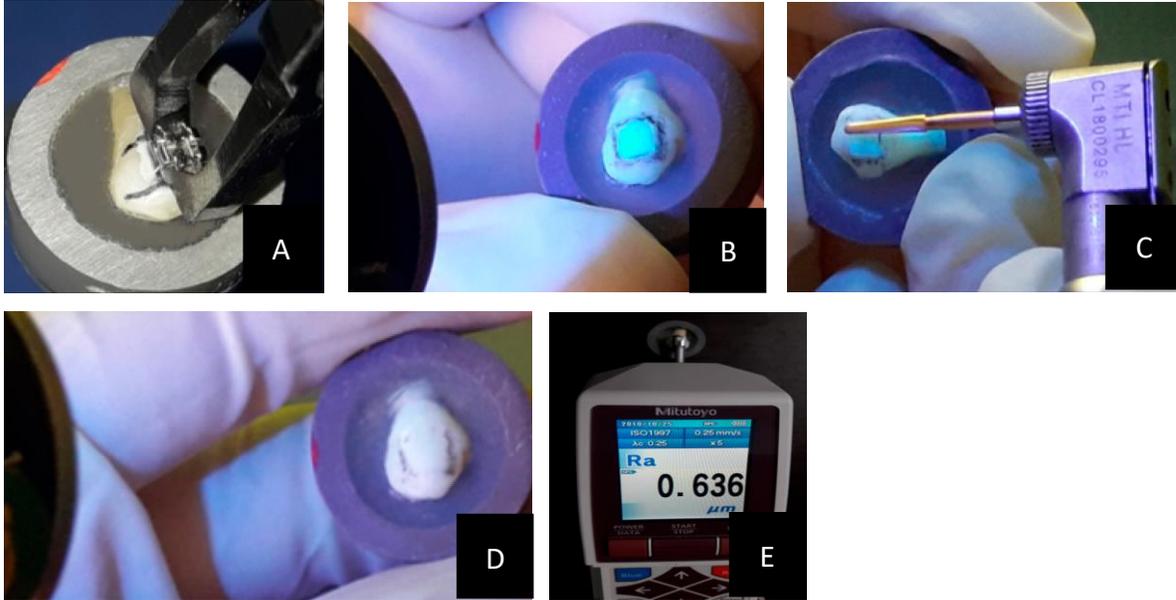


Figura 6. Descementado con alicate extractor de Brackets (A), Material de unión de brackets a base de resina fluorescente (B), Eliminación de cemento ortodóntico restante (C), Superficie del esmalte libre de cemento ortodóntico (D), Medición de rugosidad post-descementación de Brackets (E).

Posterior a la eliminación del cemento ortodóntico se continuó con el pulido de la superficie dental con los dos tipos de pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y a base de cáscara de huevo de gallina y la pasta pulidora diamantada (FGM) (23) con una escobilla Robinson montada en un contraángulo y micromotor eléctrico a una velocidad de 2500 rpm. Se aplicaron 0,1 ml de pasta, por un tiempo de 10 segundos, la presión aplicada fue de 114 g (6). Como paso final, las muestras pulidas fueron evaluadas con el rugosímetro, tres mediciones de rugosidad a cada espécimen y se calculó la media.



Figura 7. Aplicación de pastas de pulido según grupos establecidos (A), Pulido de la superficie dental con los dos tipos de pastas experimentales y la pasta pulidora diamantada (FGM) (B).
Medición de rugosidad (C).

Análisis de la rugosidad superficial:

Se evaluó la rugosidad de la superficie vestibular de los especímenes, se utilizó un rugosímetro (SJ210, Mitutoyo- Corporation). El instrumento fue programado para tener un punto de corte de 0,25 mm, extensión de lectura de 0.4 mm, carga de 5 N y velocidad de 0,5 mm/s. Se obtuvo la rugosidad media (Ra) de la superficie de todas las muestras de estudio, se realizaron tres mediciones y para el análisis estadístico se consideró el promedio de las tres mediciones de cada muestra, los valores obtenidos se ingresaron en una hoja de cálculo, los cuales pasaron a ser analizados estadísticamente (24).

Microscopio electrónico de barrido:

Se seleccionó un espécimen de esmalte de cada grupo (25). Después de secar con aire a presión, los dientes se montaron en un muñón de aluminio. Luego fueron sometidos a observación con un microscopio electrónico de barrido MEB (COXEM, EM-30AXN, Corea del Sur). Las observaciones se realizaron a 20 kV y a una distancia de trabajo de 100 μ m con aumentos de captura de imágenes de 500 \times y 1000 \times . Las morfologías superficiales de los grupos más representativos fueron valoradas cualitativamente teniendo los siguientes criterios: 1: superficie aceptable con rayones finos dispersos; 2: superficie medianamente rugosa, rayones finos más densos con rayones más gruesos; 3: superficie rugosa, numerosos rayones gruesos sobre toda la superficie; y 4: rayones muy gruesos, rugosos y profundos sobre toda la superficie.

III. RESULTADOS

ANÁLISIS CRISTALOGRÁFICO

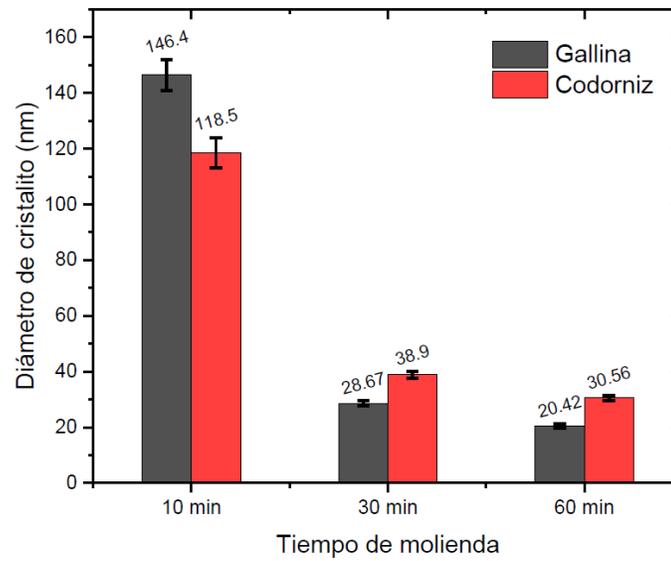
Análisis de tamaño de cristalitas

Tabla 4. Diámetro promedio y desviación estándar de cristalito de las muestras de cáscara de huevo obtenido por XRD.

	Diámetro de cristalito \pm SD (nm)	
	<i>Gallina</i>	<i>Codorniz</i>
10 min	146.40 \pm 5.50	118.50 \pm 5.50
30 min	28.67 \pm 0.83	38.90 \pm 1.20
60 min	20.42 \pm 0.77	30.56 \pm 0.91

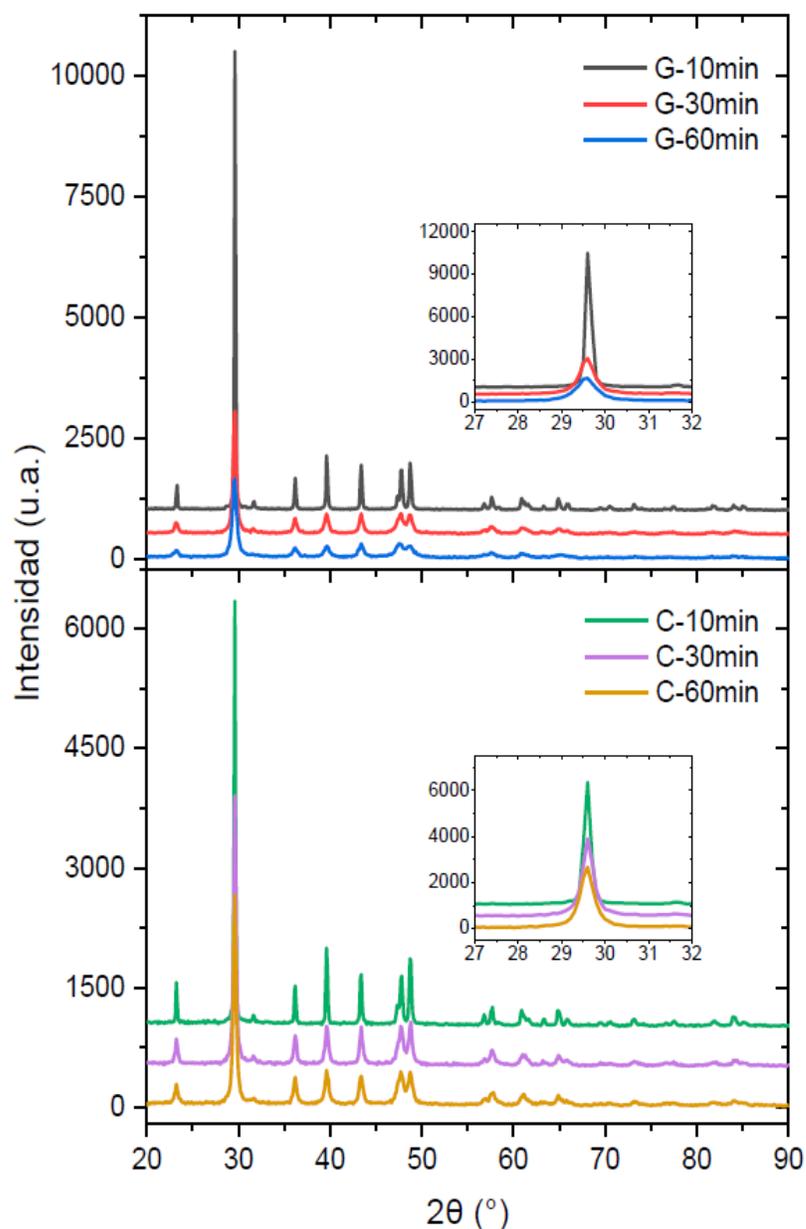
En la Tabla 4 se observa el diámetro promedio y desviación estándar de los cristalitas de las muestras de cáscara de huevo obtenido por XRD.

Gráfico 1. Tamaño de cristalito a las muestras de cáscara de huevo obtenido por XRD.



Se puede apreciar en el gráfico 1 que el tamaño de los cristalitos de la cáscara de huevo de gallina se reduce más rápido que los de codorniz, indicando una diferente resistencia mecánica entre estos dos materiales.

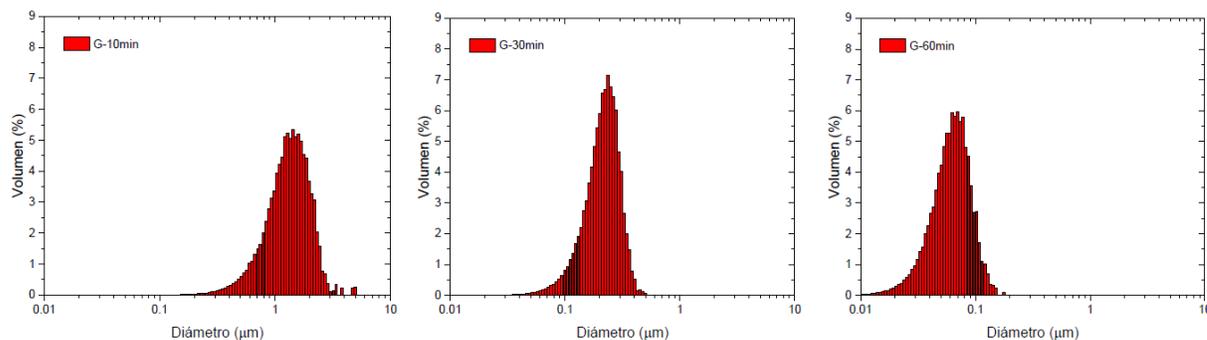
Gráfico 2. Difractogramas de las muestras de cáscara de huevo de gallina (arriba) y de codorniz (abajo) para los diferentes tiempos de molienda.



En el gráfico 2 se puede observar los difractogramas tomados por XRD a todas las muestras en polvo, todos los picos de las muestras analizadas corresponden a la estructura Calcita, un polimorfo del carbonato de calcio (CaCO_3), sin presentar ningún otro compuesto adicional. Los tamaños de cristalito se obtuvieron a partir del procesamiento de los difractogramas. Conforme se incrementa el tiempo de molienda, aumentó el ancho del pico principal que se traduce en una reducción del tamaño de cristalito.

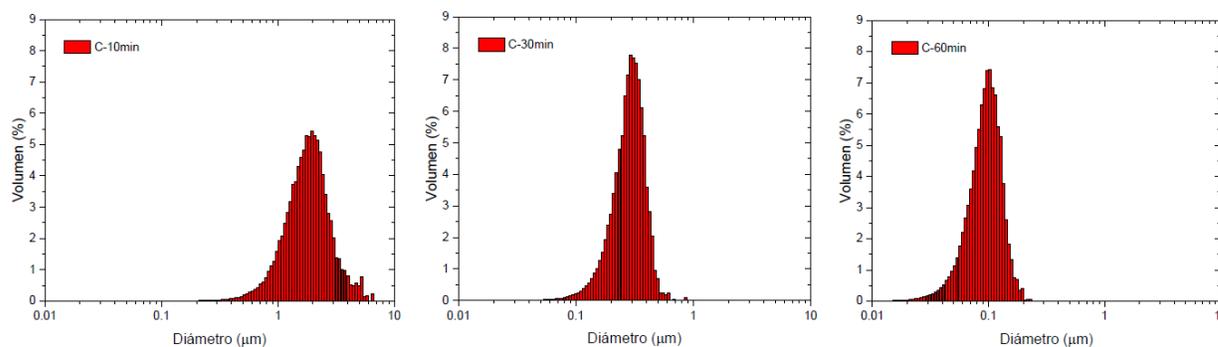
Análisis de tamaño de partículas

Gráfico 3. Distribución de tamaños de partículas en las muestras de cáscara de huevo de gallina para los diferentes tiempos de molienda obtenida por DLS.



El gráfico 3 muestra los histogramas de las distribuciones de tamaños de partículas en las muestras de cáscara de huevo de gallina para los diferentes tiempos de molienda medidos por DLS.

Gráfico 4. Distribución de tamaños de partículas en las muestras de cáscara de huevo de codorniz para los diferentes tiempos de molienda obtenida por DLS.



El gráfico 4 muestra los histogramas de las distribuciones de tamaños de partículas en las muestras de cáscara de huevo de codorniz para los diferentes tiempos de molienda medidos por DLS.

Tabla 5. Tamaño promedio de partícula de las muestras de cáscara de huevo obtenido por DLS.

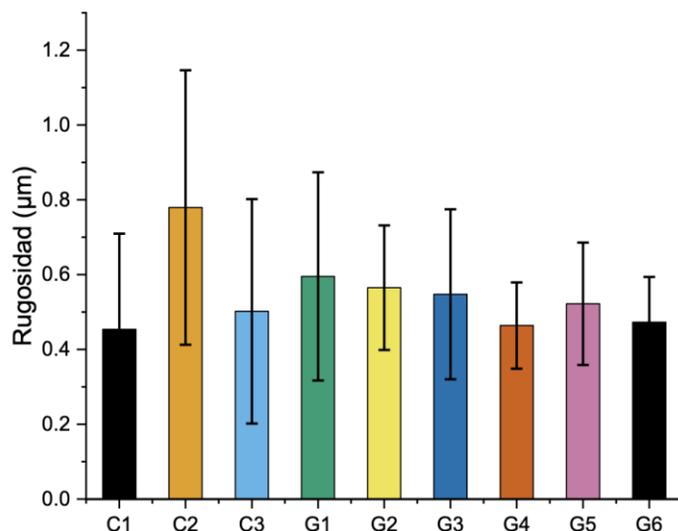
	Tamaño promedio de partícula (nm)	
	<i>Gallina</i>	<i>Codorniz</i>
10 min	2033.5	2802.8
30 min	315.3	419.2
60 min	94.2	139.6

En la Tabla 5 podemos observar los tamaños promedio de partícula de las muestras de cáscara de huevo obtenido por DLS. Obtenidas posterior a las distribuciones vistas en el gráfico 3 y 4.

ANÁLISIS DE LAS PASTAS PULIDORAS EXPERIMENTALES

Estadística descriptiva

Gráfico 5. Gráfico de barras para los grupos de estudio.



En el gráfico 1 podemos observar la distribución de datos de rugosidad de cada grupo, en la que se evidencia al estado inicial del esmalte C1 con una rugosidad mínima de $0.45 \pm 0.26 \mu\text{m}$, luego ésta aumenta al remover el cemento remanente C2 a $0.78 \pm 0.37 \mu\text{m}$ y disminuye nuevamente al usar las pastas de pulido comercial y experimentales. Con el uso de la pasta pulidora Diamond Excel (FGM) C3 se obtiene una rugosidad del esmalte de $0.50 \pm 0.30 \mu\text{m}$; con la pasta a base de cáscara de huevo de codorniz G1, $0.60 \pm 0.28 \mu\text{m}$; con la pasta a base de cáscara de huevo de codorniz G2, $0.57 \pm 0.17 \mu\text{m}$; con la pasta a base de cáscara de huevo de codorniz G3, $0.55 \pm 0.23 \mu\text{m}$. Mientras que con la pasta a base de cáscara de huevo de gallina G4 se logra una rugosidad de $0.46 \pm 0.12 \mu\text{m}$; con la pasta a base de cáscara de huevo de gallina G5, $0.52 \pm 0.16 \mu\text{m}$; con la pasta a base de cáscara de huevo de gallina G6, $0.47 \pm 0.12 \mu\text{m}$. Destacando entre las pastas experimentales, la pasta a base de cáscara de huevo de gallina G4 con ($0.46 \pm 0.12 \mu\text{m}$) presentó un pulido similar a la pasta diamantada, con resultados similares al esmalte en su estado inicial.

Tabla 6. Tabla sumaria de estadísticos descriptivos de cada grupo de estudio.

Grupo	N	Mean	SD
C1	10	0.45	0.26
C2	10	0.78	0.37
C3	10	0.50	0.30
G1	10	0.60	0.28
G2	10	0.57	0.17
G3	10	0.55	0.23
G4	10	0.46	0.12
G5	10	0.52	0.16
G6	10	0.47	0.12

En la Tabla 4 se observan los estadísticos descriptivos de los grupos analizados (número de observaciones, valor medio y desviación estándar).

Estadística inferencial

Tabla 7. Resultados de la prueba de ANOVA de un factor.

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	8	0.80448	0.10056	1.80369	0.08826 [†]
Error	81	4.51596	0.05575		
Total	89	5.32044			

[†]Al nivel 0.05, las medias no son significativamente diferentes.

En la tabla 5 se puede observar los resultados de la prueba paramétrica de análisis de varianza de un factor (one - way ANOVA), al comparar la abrasión entre grupos de pulido, se observó que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de pastas experimentales al nivel 0.05.

Tabla 8. Resultados del test de Tukey.

	MeanDiff	SEM	q Value	Prob	Sig	LCL	UCL
C2-C1	0.32583	0.1056	4.36378	0.06541	0	-0.01072	0.66239
C3-C1	0.04817	0.1056	0.64508	0.99994	0	-0.28839	0.38472
C3-C2	-0.27767	0.1056	3.7187	0.19093	0	-0.61422	0.05889
G1-C1	0.14157	0.1056	1.89596	0.91579	0	-0.19499	0.47812
G1-C2	-0.18427	0.1056	2.46782	0.71707	0	-0.52082	0.15229
G1-C3	0.0934	0.1056	1.25088	0.99322	0	-0.24316	0.42996
G2-C1	0.1116	0.1056	1.49462	0.97859	0	-0.22496	0.44816
G2-C2	-0.21423	0.1056	2.86916	0.52841	0	-0.55079	0.12232
G2-C3	0.06343	0.1056	0.84954	0.99956	0	-0.27312	0.39999
G2-G1	-0.02997	0.1056	0.40133	1	0	-0.36652	0.30659
G3-C1	0.09377	0.1056	1.25579	0.99304	0	-0.24279	0.43032
G3-C2	-0.23207	0.1056	3.108	0.41712	0	-0.56862	0.10449
G3-C3	0.0456	0.1056	0.61071	0.99996	0	-0.29096	0.38216
G3-G1	-0.0478	0.1056	0.64017	0.99995	0	-0.38436	0.28876
G3-G2	-0.01783	0.1056	0.23884	1	0	-0.35439	0.31872
G4-C1	0.01017	0.1056	0.13616	1	0	-0.32639	0.34672
G4-C2	-0.31567	0.1056	4.22762	0.08357	0	-0.65222	0.02089
G4-C3	-0.038	0.1056	0.50892	0.99999	0	-0.37456	0.29856
G4-G1	-0.1314	0.1056	1.7598	0.94383	0	-0.46796	0.20516
G4-G2	-0.10143	0.1056	1.35846	0.98832	0	-0.43799	0.23512
G4-G3	-0.0836	0.1056	1.11963	0.99682	0	-0.42016	0.25296
G5-C1	0.06837	0.1056	0.91561	0.99924	0	-0.26819	0.40492

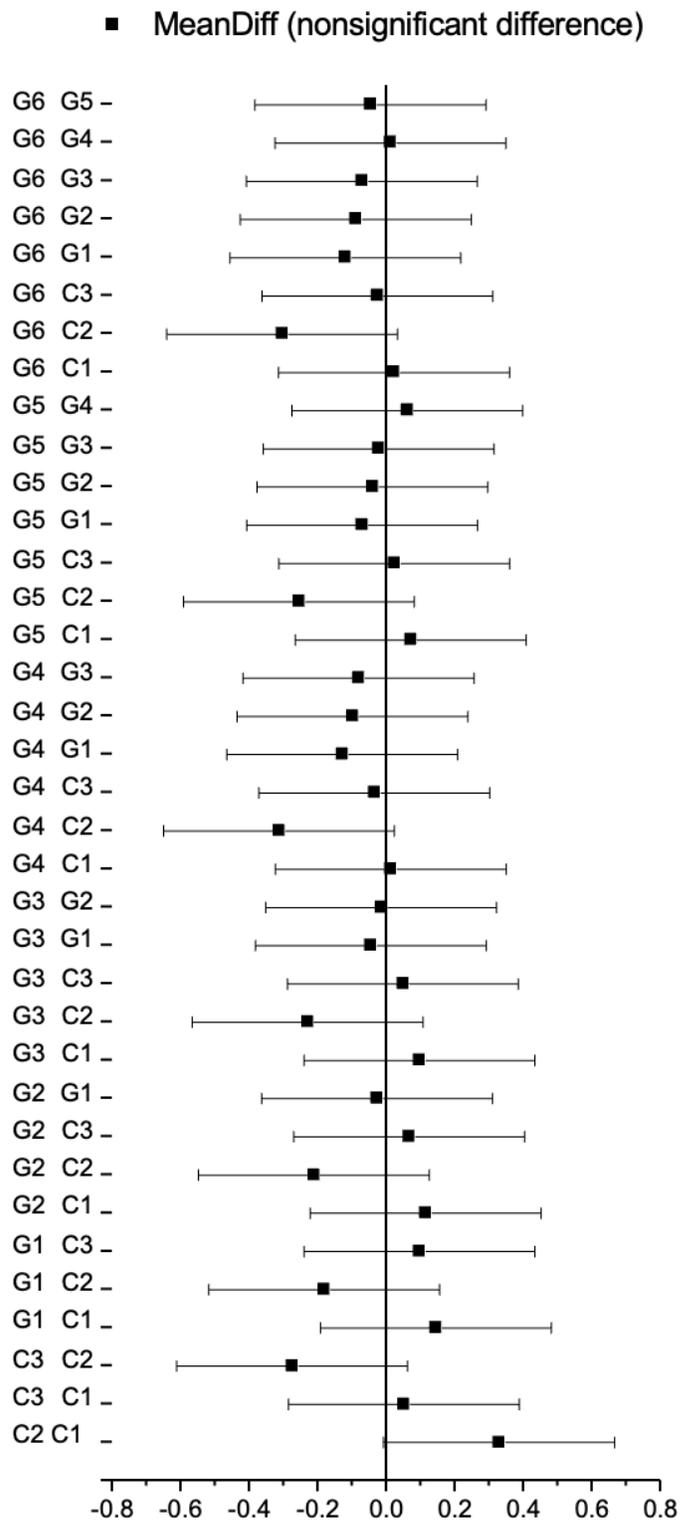
G5-C2	-0.25747	0.1056	3.44817	0.27817	0	-0.59402	0.07909
G5-C3	0.0202	0.1056	0.27053	1	0	-0.31636	0.35676
G5-G1	-0.0732	0.1056	0.98034	0.99875	0	-0.40976	0.26336
G5-G2	-0.04323	0.1056	0.57901	0.99998	0	-0.37979	0.29332
G5-G3	-0.0254	0.1056	0.34017	1	0	-0.36196	0.31116
G5-G4	0.0582	0.1056	0.77945	0.99977	0	-0.27836	0.39476
G6-C1	0.01923	0.1056	0.25759	1	0	-0.31732	0.35579
G6-C2	-0.3066	0.1056	4.1062	0.10313	0	-0.64316	0.02996
G6-C3	-0.02893	0.1056	0.38749	1	0	-0.36549	0.30762
G6-G1	-0.12233	0.1056	1.63837	0.96273	0	-0.45889	0.21422
G6-G2	-0.09237	0.1056	1.23704	0.99371	0	-0.42892	0.24419
G6-G3	-0.07453	0.1056	0.9982	0.99858	0	-0.41109	0.26202
G6-G4	0.00907	0.1056	0.12143	1	0	-0.32749	0.34562
G6-G5	-0.04913	0.1056	0.65803	0.99994	0	-0.38569	0.28742

Si "Sig" es igual a 1, la diferencia entre las medias es significativa al nivel 0.05.

Si "Sig" es igual a 0, la diferencia entre las medias no es significativa al nivel 0.05.

En la Tabla 6 se observan los resultados del test de Tukey que compara las diferencias de valores medios entre grupos.

Gráfico 6. Gráfica de comparación de las diferencias de valores medios entre los grupos analizados.



En el **Gráfico 2** se observa gráficamente los resultados del test de Tukey. La prueba estadística arrojó que todos los grupos son equivalentes sin diferencias significativas, sin embargo, en esta figura se aprecia que las diferencias entre el grupo C2 y todos los demás grupos se encuentran en el límite del nivel de significancia ($p = 0.05$), lo cual tiene sentido ya que la rugosidad de las muestras después de remover el cemento tendrán valores mayores, y nos estaría indicando que la eficacia de las pastas experimentales a base de cáscaras de huevo en el pulido es similar a la de la pasta diamantada, y con resultados similares al esmalte en su estado inicial.

ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE DENTAL CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Las fotomicrografías demostraron que, para todos los especímenes pulidos, disminuyó la rugosidad de manera efectiva. En la muestra C1 con un aumento de 500x, se observaron una superficie de esmalte relativamente lisa con rayones finos dispersos. En la muestra C2 con un aumento de 500x, se observaron rayones gruesos paralelos dispuestos de manera regular en la superficie del esmalte. Las cicatrices más pronunciadas se visualizaron con el aumento de 1000x (Figura 9). La superficie del espécimen C3 con un aumento de 500x y 1000x mostró una superficie lisa con pequeñas irregularidades y rayones finos dispersos. (Figura 10) El espécimen G1 (Figura 11) con un aumento de 500x y 1000x mostró una superficie con rayones finos densos. El espécimen G2 (Figura 12) mostró rayas paralelas finas densas dispuestas como líneas intermitentes en toda el área observada con un aumento de 500x y 1000x. El espécimen G3 (Figura 13) presentó una superficie lisa con rayones finos dispersos, más finos que el espécimen G1 con el mismo aumento de 500x y 1000x. El espécimen G4 (Figura 14) presentó una superficie lisa con pequeñas irregularidades a aumentos de 500x y 1000x. El espécimen G5 (Figura 15) se observaron rayones finos densos dispuestas de manera regular en la superficie del esmalte con pequeñas irregularidades a aumentos de 500x y 1000x. El espécimen G6 (Figura 16) mostró rayones finos densos a aumentos de 500x y 1000 x. En comparación con la muestra C1 con aumentos de 500x y 1000x, C2 presenta una superficie con rayones gruesos, paralelos y profundos. El espécimen C3 en aumentos de 500x y 1000x, se observan una superficie con rayones más finos y dispersos que la muestra G1. La muestra G1 con aumentos de 500x y 1000x, presenta una superficie con rayones finos densos al igual que la muestra G2. La muestra G3 y G4 con aumentos de 500x y 1000x, presentaron una superficie con rayones finos dispersos. La muestra G5 con aumentos de 500x y 1000x, presentan una superficie con rayones más densos que la muestra G6.

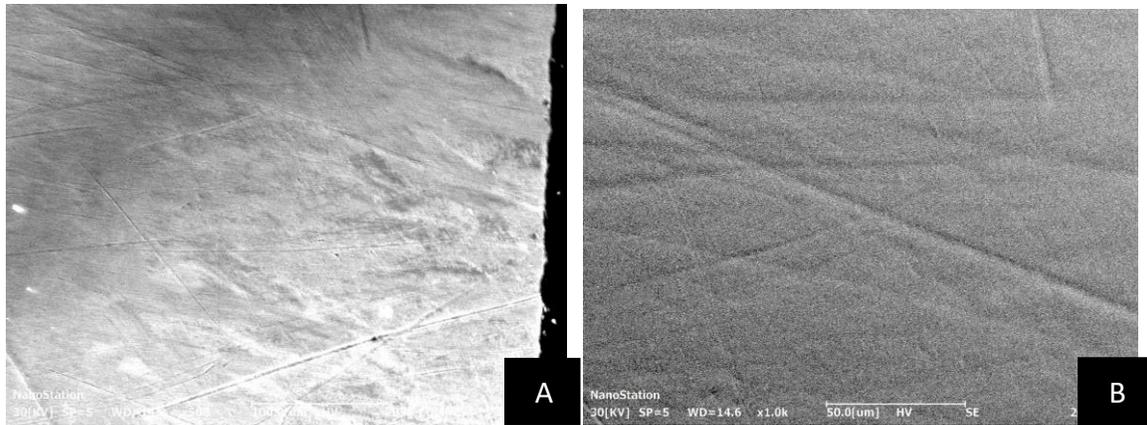


Figura 8.

Evaluación en SEM. C1 (esmalte antes del grabado ácido, Control). Fotomicrograffías obtenidas a $500\times$ (A); y aumento de $1000\times$ (B).

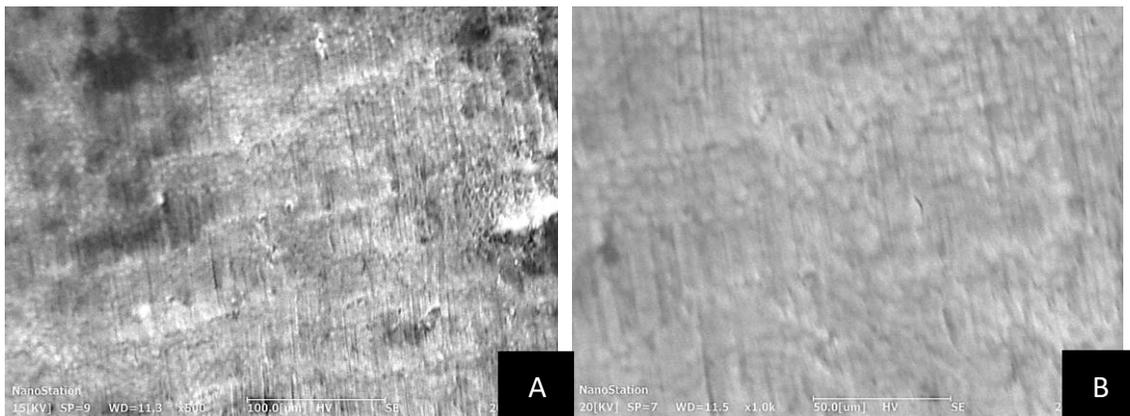


Figura 9.

Evaluación en SEM. C2 (esmalte después de remover el cemento remanente). Fotomicrograffías obtenidas a $500\times$ (A); y aumento de $1000\times$ (B).

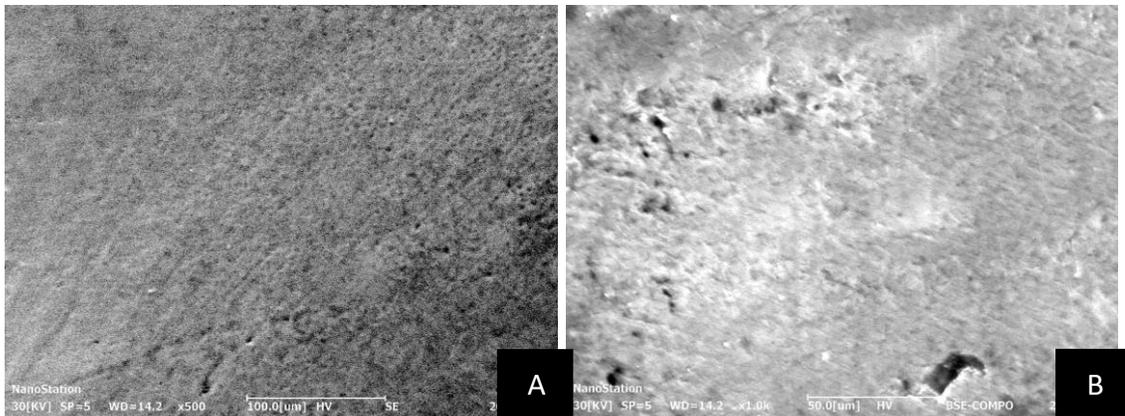


Figura 10.

Evaluación en SEM. C3 (esmalte tratado con pasta pulidora diamantada Diamond Excel (FGM)). Fotomicrografías obtenidas a $500\times$ (A); y aumento de $1000\times$ (B).

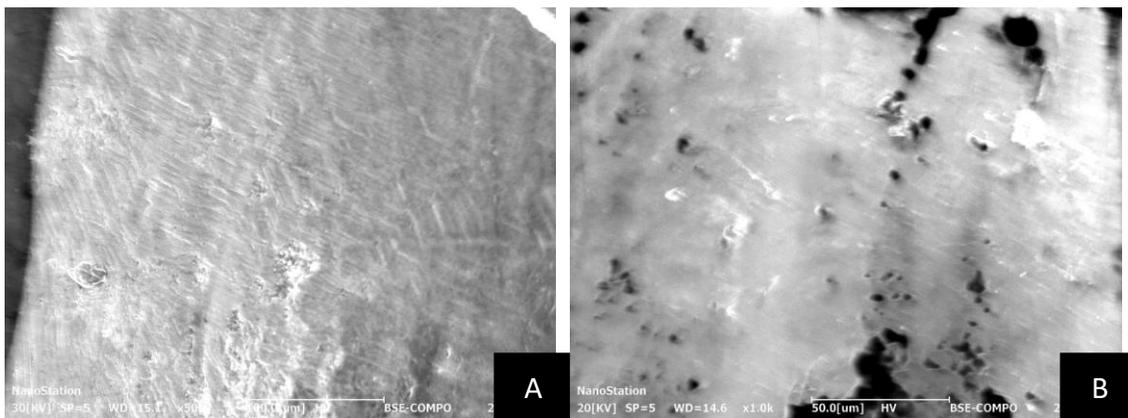


Figura 11.

Evaluación en SEM. G1 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de $0.1\ \mu\text{m}$). Fotomicrografías obtenidas a $500\times$ (A); y aumento de $1000\times$ (B).

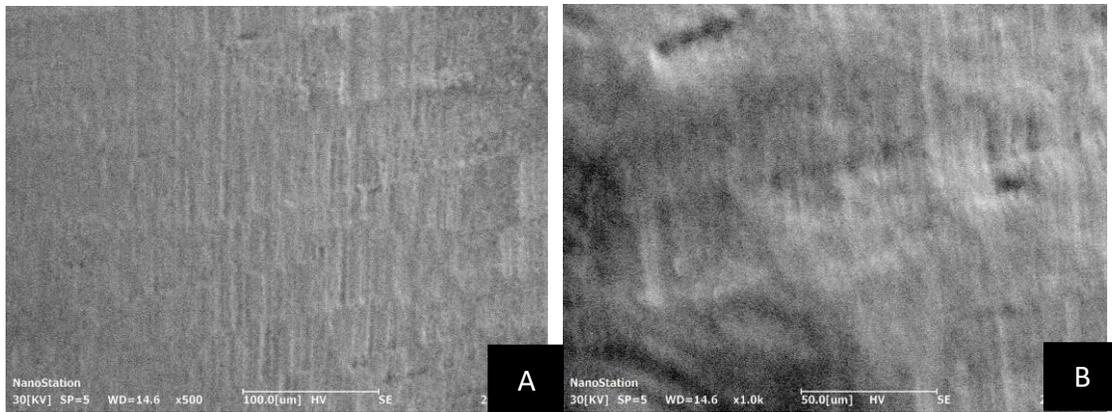


Figura 12.

Evaluación en SEM. G2 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 0.3 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).

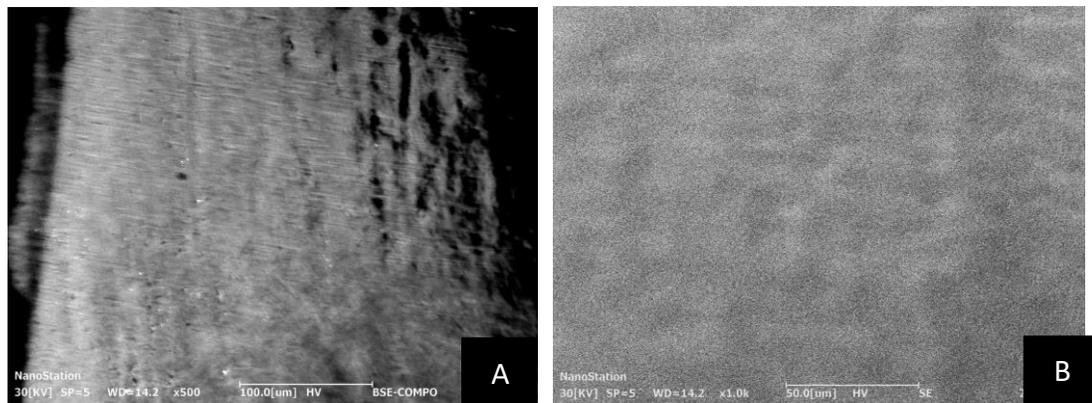


Figura 13.

Evaluación en SEM. G3 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de codorniz en tamaño de partícula de 2 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).

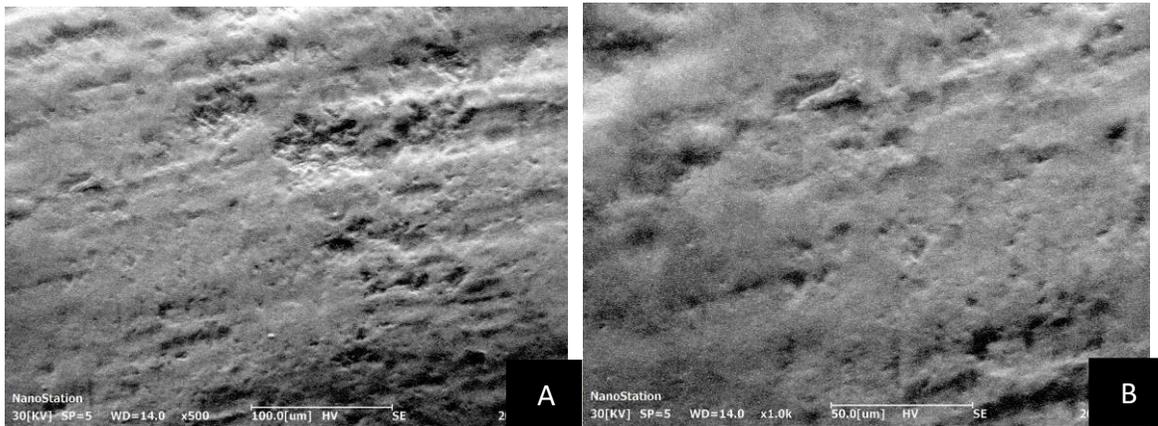


Figura 14.

Evaluación en SEM. G4 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 0.1 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).

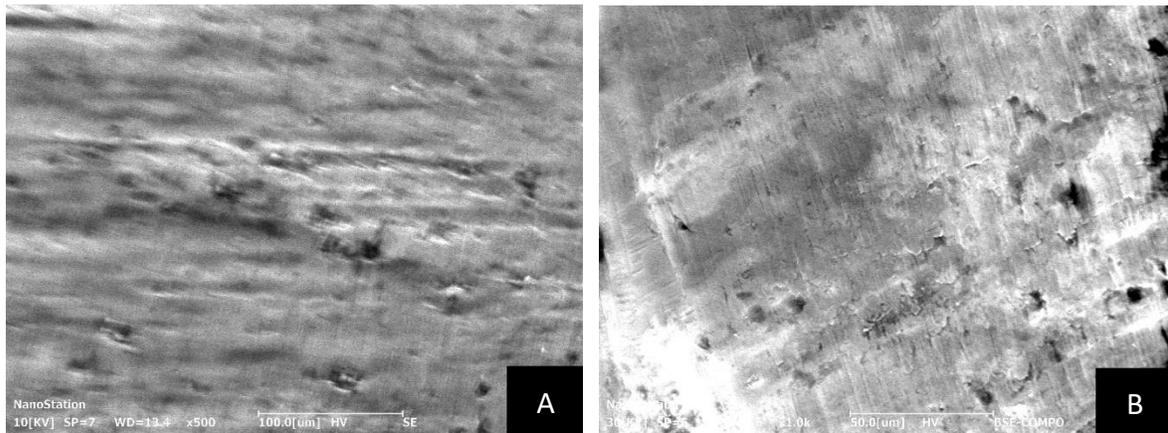


Figura 15.

Evaluación en SEM. G5 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 0.3 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).

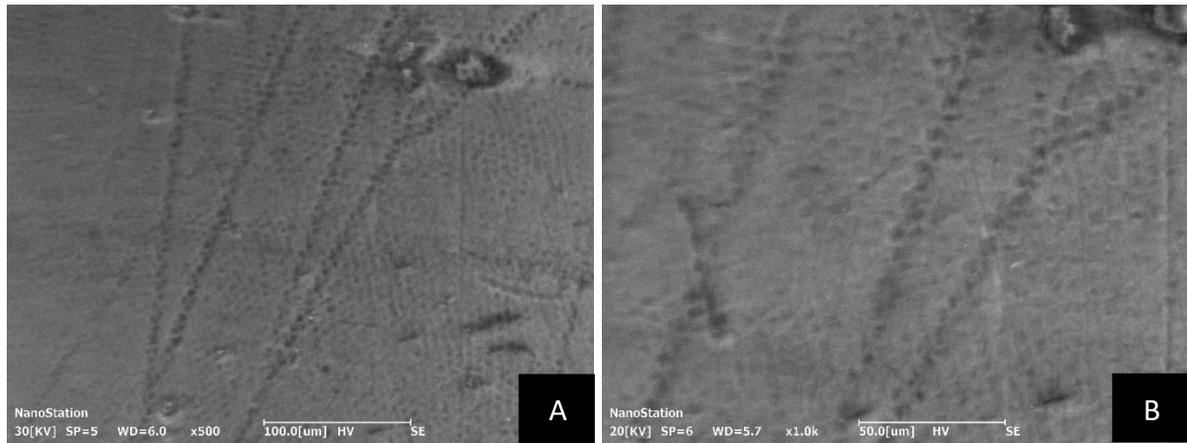


Figura 16.

Evaluación en SEM. G6 (esmalte pulido con pasta a base de cáscara de huevo de gallina en tamaño de partícula de 2 μm). Fotomicrografías obtenidas a 500 \times (A); y aumento de 1000 \times (B).

IV. DISCUSIÓN

Se obtuvieron polvos a diferentes tamaños de partículas de 0.1 μm , 0.3 μm y 2 μm para la cáscara de huevo de codorniz y gallina, siguiendo la metodología de Suryanarayana C. (26), Ononiwu y col(27), los tamaños de partículas se midieron por DLS. En ese sentido, resultados similares reporta Onwubu SC y col(15) quienes realizaron estudios de la distribución del tamaño de partículas del polvo de cáscara de huevo analizados por difracción láser que resultó en un polvo superfino de 0,3 μm y 50 nm (0.05 μm). Estos polvos de cáscara de huevo ya vienen siendo usados dentro del campo odontológico, como recurso biodisponible, para pastas dentales remineralizantes, antibacterianos, injertos óseos, material de recubrimiento pulpar (11) (12) (15) (17) (28) (29) (30), entre otros. Se realizó la pasta en diferentes tamaños de partículas (0.1 μm , 0.3 μm y 2 μm) debido a que estudios demuestran que a esos tamaños presentan una mejor acción pulidora (15) (31) (12) (32), y se quiso comprobar esta acción sobre la superficie del esmalte después del descementado de Brackets y remoción de cemento residual. El presente estudio encontró efectividad abrasiva en las pastas experimentales a base de cáscara de huevo de gallina y codorniz aplicados sobre la rugosidad de la superficie del esmalte, posterior a la descementación de Brackets, los datos de rugosidad en un estado inicial del esmalte C1 presentaron una media de rugosidad mínima de $0.45 \pm 0.26 \mu\text{m}$, luego aumentó al remover el cemento remanente C2 a una media de $0.78 \pm 0.37 \mu\text{m}$ y disminuyó nuevamente al usar las pastas de pulido, comercial y experimentales. Destacando entre las pastas experimentales, la pasta a base de cáscara de huevo de gallina G4 con tamaño de partícula de 0.1 μm con una media de rugosidad baja de $0.46 \pm 0.12 \mu\text{m}$ similar a la pasta diamantada y con resultados similares al esmalte dental en su estado inicial. Resultados similares se pueden evidenciar en Onwubu SC y col (15) que demostraron que las partículas finas de cáscara de huevo de gallina de 0,3 μm y 50 nm redujo la rugosidad de la superficie de resinas de PMMA y proporcionó superficies pulidas mejoradas. Al igual que otro estudio de Onwubu SC y col(16) que también demostraron la reducción de la rugosidad superficial de resinas acrílicas, usando partículas de cáscara de huevo de gallina de 15 micras y 0.3 micras, con superficies pulidas clínicamente aceptables. De igual manera Mayta T y col (12) determinan la eficacia abrasiva de la cáscara de huevo de codorniz en muestras de PMMA, que posterior al pulido mostraron rugosidad media baja. Comparando las fotomicrografías obtenidas, se puede observar el cambio en la superficie del esmalte después del pulido con las pastas

experimentales, destacando los grupos C3, G3 y G4 que exhibieron una superficie lisa con rayones finos dispersos. Resultados similares a los observados en Onwubu SC et al (16). Por tanto, el tamaño nanométrico de la cáscara de huevo de gallina y codorniz con actividad abrasiva en sus 3 tamaños de partícula y actividad antimicrobiana y remineralizante comprobadas (11), podrían ser potencialmente componentes multifuncionales de los materiales de limpieza dental. Por otro lado, una limitación de este estudio fue la necesidad de contar con el consentimiento informado para el uso de material biológico (premolares), debido a que las piezas dentales fueron recopiladas de consultorios odontológicos cuyos donadores fueron anónimos.

V. CONCLUSIONES

1. Las pastas experimentales a base de cáscara de huevo de gallina y a base de cáscara de huevo de codorniz en sus 3 tamaños de partículas (0.1 μm , 0.3 μm y 2 μm) redujeron efectivamente la rugosidad de la superficie del esmalte posterior a la descementación de brackets.
2. Dentro de las 3 pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz, la de 2 μm proporcionó superficies pulidas clínicamente aceptables.
3. Dentro de las 3 pastas experimentales a base de cáscara de huevo de gallina, la de 0.1 μm proporcionó superficies pulidas clínicamente sobresalientes.
4. La pasta experimental a base de cáscara de huevo de gallina de 0.1 μm presentó un pulido similar a la de la pasta diamantada, y con resultados similares al esmalte en su estado inicial.
5. Mediante microscopía electrónica de barrido se puede comprobar que los especímenes G3 pulidos con cáscara de huevo de codorniz de 2 μm y G4 pulidos con cáscara de huevo de gallina 0.1 μm presentan una superficie aceptable.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mora Pérez C, Álvarez Mora I, Blanco Hernández A, Gómez Ortiz M. Desarrollo de la ortodoncia en la provincia Cienfuegos. *MediSur* [Internet]. abril de 2018 [citado 20 de septiembre de 2023];16(2):309-21. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1727-897X2018000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. Quirós O. introduccion a la ortodoncia. *Acta Odontológica Venezolana* [Internet]. septiembre de 2004 [citado 20 de septiembre de 2023];42(3):230-1. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0001-63652004000300015&lng=es&nrm=iso&tlng=es
3. Ferreira JTL, Borsatto MC, Saraiva MCP, Matsumoto MAN, Torres CP, Romano FL. Evaluation of Enamel Roughness in Vitro After Orthodontic Bracket Debonding Using Different Methods of Residual Adhesive Removal. *Turk J Orthod* [Internet]. 1 de marzo de 2020 [citado 20 de noviembre de 2022];33(1):43-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7138237/>
4. Stadler O, Dettwiler C, Meller C, Dalstra M, Verna C, Connert T. Evaluation of a Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) to assist clean-up after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod* [Internet]. noviembre de 2019 [citado 20 de noviembre de 2022];89(6):876-82. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8109158/>
5. Bertoldo C, Lima D, Fragoso L, Ambrosano G, Aguiar F, Lovadino J. Evaluation of the effect of different methods of microabrasion and polishing on surface roughness of dental enamel. *Indian Journal of Dental Research* [Internet]. 5 de enero de 2014 [citado 20 de noviembre de 2022];25(3):290. Disponible en: <https://www.ijdr.in/article.asp?issn=0970-9290;year=2014;volume=25;issue=3;page=290;epage=293;aulast=Bertoldo;type=0>
6. Tungare S, Paranjpe AG. Teeth Polishing. En: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 20 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513328/>
7. Milbradt BG, Müller ALH, Silva JS da, Lunardi JR, Milani LIG, Flores ÉM de M, et al. Casca de ovo como fonte de cálcio para humanos: composição mineral e análise microbiológica. *Cienc Rural* [Internet]. marzo de 2015 [citado 20 de noviembre de 2023];45:560-6. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cr/a/yTR8KbsQWNpBSLQB3ZrwSSP/?lang=pt>
8. SciELO - Brasil - La cáscara de huevo como fuente de calcio para el hombre: composición mineral y análisis microbiológico La cáscara de huevo como fuente de calcio para el hombre: composición mineral y análisis microbiológico [Internet]. [citado 29 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cr/a/yTR8KbsQWNpBSLQB3ZrwSSP/?lang=pt>

9. Onwubu SC, Mdluli PS, Singh S, Nyembe S, Thakur R. Evaluating the Abrasivity of a Nanosized Eggshell–Titanium Dioxide on Tooth Enamel Using Atomic Force Microscopy. *Eur J Dent* [Internet]. octubre de 2020 [citado 29 de octubre de 2023];14(4):598-604. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7535973/>
10. Valian A, Ansari ZJ, Rezaie MM, Askian R. Composite surface roughness and color change following airflow usage. *BMC Oral Health* [Internet]. 14 de agosto de 2021 [citado 30 de octubre de 2023];21:398. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8364079/>
11. Mayta-Tovalino F, Fernández-Giusti A, Del Pino J, Alvitez-Temoche D, Mendoza R, Temoche A, et al. Formulation and Development of an Experimental Polishing Paste with Antimicrobial Activity Based on Coturnix coturnix (Codorniz) Eggshell. *Int J Dent* [Internet]. 6 de julio de 2021 [citado 19 de noviembre de 2022];2021:9998989. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8279843/>
12. Mayta-Tovalino F, Fernandez-Giusti A, Mauricio-Vilchez C, Barja-Ore J, Guerrero ME, Retamozo-Siancas Y. The Abrasive and Remineralising Efficacy of Coturnix Eggshell. *Int Dent J* [Internet]. 26 de septiembre de 2022 [citado 25 de septiembre de 2023];72(6):792-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9676544/>
13. Physicochemical Characterization of a Dental Eggshell Powder Abrasive Material - Stanley C. Onwubu, Anisa Vahed, Shalini Singh, Krishnan M. Kanny, 2017 [Internet]. [citado 20 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://journals.sagepub.com/doi/10.5301/jabfm.5000361?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed
14. Gil-Bona A, Bidlack FB. Tooth Enamel and Its Dynamic Protein Matrix. *Int J Mol Sci* [Internet]. 23 de junio de 2020 [citado 20 de noviembre de 2022];21(12):4458. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7352428/>
15. Onwubu SC, Vahed A, Singh S, Kanny KM. Physicochemical Characterization of a Dental Eggshell Powder Abrasive Material. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials* [Internet]. 1 de enero de 2017 [citado 20 de noviembre de 2022];15(4):e341-6. Disponible en: <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000361>
16. Onwubu SC, Vahed A, Singh S, Kanny KM. Reducing the surface roughness of dental acrylic resins by using an eggshell abrasive material. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. 1 de febrero de 2017 [citado 20 de noviembre de 2022];117(2):310-4. Disponible en: [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(16\)30344-4/fulltext](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(16)30344-4/fulltext)
17. Huamán-Mujica K, Castañeda-Vía J, García VB, Dominguez J, Landauro C, Quispe-Marcatoma J, et al. Dentinal tubules obliteration using a toothpaste with nano-hydroxyapatite obtained from chicken eggshell. *jstoma* [Internet]. 2022 [citado 24 de mayo de 2023];75(3):147-54. Disponible en: <https://www.termedia.pl/Dentinal-tubules-obliteration-using-a-toothpaste-with-nano-hydroxyapatite-obtained-from-chicken-eggshell,137,47719,1,1.html>

18. Degrazia FW, Genari B, Ferrazzo VA, dos Santos-Pinto A, Grehs RA. Enamel Roughness Changes after Removal of Orthodontic Adhesive. *Dent J (Basel)* [Internet]. 6 de agosto de 2018 [citado 18 de junio de 2023];6(3):39. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6162712/>
19. A new Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for optimal removal of resin-based bracket bonding remnants after orthodontic debracketing. *Quintessence International*. 19 de octubre de 2018;49(10):809-13.
20. Shah P, Sharma P, Goje SK, Kanzariya N, Parikh M. Comparative evaluation of enamel surface roughness after debonding using four finishing and polishing systems for residual resin removal—an in vitro study. *Prog Orthod* [Internet]. 6 de mayo de 2019 [citado 20 de noviembre de 2022];20:18. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6500785/>
21. Dalaie K, Fatemi SM, Behnaz M, Ghaffari S, Hemmatian S, Soltani AD. Effect of different debonding techniques on shear bond strength and enamel cracks in simulated clinical set-ups. *J World Fed Orthod*. marzo de 2020;9(1):18-24.
22. Schott TC, Meller C. A new Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for optimal removal of resin-based bracket bonding remnants after orthodontic debracketing. *Quintessence Int*. 2018;49(10):809-13.
23. Quintessenz Verlags-GmbH [Internet]. [citado 20 de noviembre de 2022]. A new Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for optimal removal of resin-based bracket bonding remnants after orthodontic debracketing. Disponible en: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/841166>
24. Guerra Silva B, Pereira R, Burga Sánchez J, Guanipa Ortiz MI, Baggio-Aguiar FH, Leite Lima DAN. Effect of Different Bleaching Gels Thickeners on Cytotoxicity to Human Gingival Fibroblasts and Enamel Physical Properties: an in Situ Study. *Acta Stomatol Croat* [Internet]. diciembre de 2022 [citado 20 de junio de 2023];56(4):363-75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9873007/>
25. Thys DG, Martins FRP, Cardinal L, Ribeiro GLU. In vitro enamel surface roughness analysis of 4 methods for removal of remaining orthodontic adhesive after bracket debonding. *Angle Orthod* [Internet]. marzo de 2023 [citado 18 de septiembre de 2023];93(2):213-21. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9933566/>
26. Suryanarayana C. Mechanical alloying and milling. *Progress in Materials Science* [Internet]. 1 de enero de 2001 [citado 26 de octubre de 2023];46(1):1-184. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079642599000109>
27. Ononiwu NH, Akinlabi ET. Effects of ball milling on particle size distribution and microstructure of eggshells for applications in metal matrix composites. *Materials Today: Proceedings* [Internet]. 1 de enero de 2020 [citado 26 de octubre de 2023];26:1049-53. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320309627>

28. Shang B, Wang S, Lu L, Ma H, Liu A, Zupanic A, et al. Poultry eggshell-derived antimicrobial materials: Current status and future perspectives. *Journal of Environmental Management* [Internet]. 15 de julio de 2022 [citado 21 de septiembre de 2023];314:115096. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722006697>
29. Nabil Sulyiman S, El-Rashidy AA, El Moshy S, Abbas MMS, Waly G. Nano eggshell-based slurry as a direct pulp-capping material: In vitro characterization and histopathological assessment in an experimental animal model. *Int Endod J*. septiembre de 2023;56(9):1129-46.
30. Kattimani VS, Lingamaneni KP, Kreedapathi GE, Kattappagari KK. Socket preservation using eggshell-derived nanohydroxyapatite with platelet-rich fibrin as a barrier membrane: a new technique. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 27 de octubre de 2023];45(6):332-42. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6955417/>
31. Saita K, Nagaoka S, Shirosaki T, Horikawa M, Ihara H. Dispersible chitosan particles showing bacteriostatic effect against *Streptococcus mutans* and their dental polishing effect. *Biosci Biotechnol Biochem*. junio de 2020;84(6):1265-73.
32. Gaikwad RM, Sokolov I. Silica nanoparticles to polish tooth surfaces for caries prevention. *J Dent Res*. octubre de 2008;87(10):980-3.
33. Shah P, Sharma P, Goje SK, Kanzariya N, Parikh M. Comparative evaluation of enamel surface roughness after debonding using four finishing and polishing systems for residual resin removal—an in vitro study. *Prog Orthod*. 6 de mayo de 2019;20:18.

VII. ANEXOS

ANEXO 01



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

CALCULO MUESTRAL CON EL PROGRAMA G POWER

“Comparación de la rugosidad de la superficie del esmalte post-descementación de brackets pulidas con dos pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y a base de cáscara de huevo de gallina. Estudio in vitro.”

central F = 2.51016

critical F = 2.51016

Test family: F tests
Statistical test: ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way
Type of power analysis: A priori: Compute required sample size - given α , power, and effect size

Input Parameters:
Determine => Effect size f: 0.9479941
 α err prob: 0.05
Power ($1 - \beta$ err prob): 0.8
Number of groups: 9

Output Parameters:
Noncentrality parameter λ : 24.2647060
Critical F: 2.5101579
Numerator df: 8
Denominator df: 18
Total sample size: 27
Actual power: 0.8383765

Group	Mean	Size
6	0.04	10
7	0.069	10
8	0.114	10
9	0.43	10

Equal n: 10
Total sample size: 90
Calculate Effect size f: 0.9479941
Calculate and transfer to main window
Close



ANEXO 02

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

FICHA DE OBSERVACIÓN CUANTITATIVA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (33)

“Comparación de la rugosidad de la superficie del esmalte post-descementación de brackets pulidas con dos pastas experimentales a base de cáscara de huevo de codorniz y a base de cáscara de huevo de gallina. Estudio in vitro.”

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MEDICIONES DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL

Fecha	
Punto de corte	

GRUPO C1				
Espécimen	μm	μm	μm	PROMEDIO μm
Diente Humano (PM)				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				