



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

**Microdureza superficial en dientes artificiales de
cuatro capas**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Lourdes Vanessa CONDORI LARICO

ASESOR

Felipe Enrique LOZANO CASTRO

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Condori L. Microdureza superficial en dientes artificiales de cuatro capas [Tesis pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2017.

866

11-702



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE ODONTOLOGIA ✓
VICE DECANATO ACADÉMICO
UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE



ACTA

Los Docentes que suscriben, reunidos el doce de julio del 2017 por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista de la Bachiller :

CONDORI LARICO, Lourdes Vanessa ✓

CERTIFICAN:

Que, luego de la Sustentación de la Tesis « **MICRODUREZA SUPERFICIAL EN DIENTES ARTIFICIALES DE CUATRO CAPAS** » y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento: SOBRESALIENTE, siendo calificado con un promedio de: Dieciocho 18
(en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los doce días del mes de julio del dos mil diecisiete.

PRESIDENTE DEL JURADO

Mg. C.D. Carlos Alberto Arroyo Pérez

MIEMBRO

C.D. Jaime Alberto Sánchez García

MIEMBRO (ASESOR)

Mg. C.D. Felipe Enrique Lozano Castro

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)
Criterios : Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

JURADO DE SUSTENTACIÓN

Presidente: Mg. Esp. Arroyo Pérez Carlos Alberto

Miembro: C.D. Esp. Sánchez García Jaime Alberto

Miembro (Asesor): Mg. Esp. Felipe Enrique Lozano Castro

A Dios, por guiarme y protegerme en mi camino.

A mi madre, quien con esfuerzo y dedicación
siempre vela por mi educación y bienestar.

AGRADECIMIENTO

Al Mg. Esp. Felipe Lozano Castro, por su constante apoyo desde el inicio de este trabajo, así como por su amistad, ayuda y consejos brindados.

Al C.D. Esp. Sánchez García Jaime y Mg. Esp. Arroyo Pérez Carlos por brindarme sus conocimientos en la realización de este trabajo.

A la UNMSM por brindarme enseñanzas así como gratas experiencias en estos seis años de educación.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica por siempre recibirme con las puertas abiertas, prestos a ayudar y ser partícipes de la investigación.

Al Sr. Julián Cadenillas Baltazar, por su ayuda incondicional en la ejecución del proyecto.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la microdureza superficial de los dientes artificiales de cuatro capas divididos en tres grupos Duratone, Starplus y Chroma-4. **Material y Métodos:** se analizaron 45 muestras, 15 por cada grupo. Para evaluar la microdureza superficial Vickers, se elaboró 45 bloques de 1.5 cm de alto y 2 cm de diámetro, en los cuales fueron expuestas las caras incisales de los dientes incisivos superiores, se realizó tres indentaciones por cada bloque, los cuales fueron llevadas a cabo con el microdurómetro marca LEITZ (WETZLAR). **Resultados:** Los valores obtenidos de microdureza superficial Vickers fueron sometidos al análisis estadístico de ANOVA y prueba de comparación múltiple HSD DE TUKEY. Los resultados de microdureza superficial Vickers fueron Duratone ($11,9 \pm 0,6$ kg/mm²), Starplus ($14,6 \pm 1,5$ kg/mm²) y Chroma-4 ($18,1 \pm 1,4$ kg/mm²), mostrando diferencia significativa con un valor de $p < 0,05$. **Conclusión:** Se concluyó que existe diferencias en los valores de microdureza superficial de los dientes artificiales de cuatro capas.

PALABRAS CLAVES

Diente artificial-Dureza-Microdureza Superficial-Polimetacrilato-Vickers.

SUMMARY

The present study aimed to determine the surface microhardness of four-layer artificial teeth divided into three groups Duratone, Starplus and Chroma-4. **Material and Methods:** 45 samples were analyzed, 15 for each group. To evaluate the Vickers superficial microhardness, 45 blocks of 1.5 cm high and 2 cm in diameter were developed, in which the incisal faces of the upper incisor teeth were exposed, three indentations were made for each block, which were carried out With the microdurómetro brand LEITZ (WETZLAR). **Results:** Vickers microhardness values were subjected to statistical analysis of ANOVA and multiple comparison test HSD DE TUKEY. The results of Vickers microhardness were Duratone ($11.9 \pm 0.6 \text{ kg / mm}^2$), Starplus ($14.6 \pm 1.5 \text{ kg / mm}^2$) and Chroma-4 ($18.1 \pm 1.4 \text{ kg / mm}^2$), Showing significant difference with a value of $p < 0,05$. **Conclusion:** It was concluded that there are differences in the microhardness values of the artificial four-layer teeth.

KEYWORDS

Artificial teeth-Hardness-Surface Microhardness-Polymethacrylate-Vickers.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	12
2.1	Área problema	12
2.2	Delimitación	12
2.3	Formulación	12
2.4	Objetivos.....	12
2.5	Justificación	13
2.6	Limitaciones.....	13
III.	MARCO TEORICO	14
3.1	Antecedentes	14
3.2	Bases teóricas	24
3.2.1	Dientes naturales	24
3.2.2	Dientes artificiales	25
3.2.3	Dureza Superficial	36
3.2.4	Sistemas de Medición	38
3.2.5	Clases de Dientes Artificiales	44
3.2	Definición de términos.....	53
3.3	Hipótesis.	54
3.4	Operacionalización de variables.....	55
IV.	METODOLOGÍA.....	56

4.1	Tipo de investigación	56
4.2	Población y muestra.....	56
4.3	Procedimientos y técnica.	57
4.4	Procesamiento de datos.....	59
4.5	Análisis de resultados	59
V.	RESULTADOS.....	60
VI.	DISCUSIÓN.....	66
VII.	CONCLUSIONES	68
VIII.	RECOMENDACIONES.....	69
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	70
X.	ANEXOS.....	74
	Anexo 1: Ficha Técnica Duratone.....	74
	Anexo 2: Ficha de Seguridad Duratone	80
	Anexo 3: Ficha Técnica de Starplus.....	85
	Anexo 4: Cartilla 1 de Chroma-4.....	88
	Anexo 5: Cartilla 2 de Chroma-4.....	91
	Anexo 6: Ficha de Recolección de Datos	95
	Anexo 7: Microdurómetro Vickers	98
	Anexo 8: Informe Técnico de la Universidad Nacional de Ingeniería- Laboratorio de Mecánica N° 4.....	99
	Anexo 9: Muestras sometidas a Ensayo de Indentación	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Media y desviación estándar de la Microdureza superficial de los dientes del grupo 1	60
Tabla 2: Media y desviación estándar de la Microdureza superficial de los dientes del grupo 2	61
Tabla 3: Media y desviación estándar de la Microdureza superficial de los dientes del grupo 3	62
Tabla 4: ANOVA de la microdureza superficial de dientes en grupo 1, grupo 2 y grupo 3.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Comparación de las medias de Microdureza Superficial en dientes artificiales de cuatro capas.....	64
Gráfico N° 2: Comparación de las medias de Microdureza Superficial en dientes artificiales de cuatro capas.....	65

I. INTRODUCCIÓN

Desde 1940, el material de resina acrílica se ha utilizado en la fabricación de dientes artificiales para la rehabilitación protésica parcial y completa. Estos dientes son ampliamente utilizados debido a su facilidad de manejo, posibilidad de caracterización, superficie brillante después de pulir, estabilidad adecuada de color, fácil ajuste, y buena estética.¹ Una de las propiedades físicas más importantes de los dientes artificiales es la resistencia al desgaste y la capacidad de estos de mantener una relación oclusal estable.² El uso diario puede conducir a cambios en la dimensión vertical de la oclusión, disminución de la eficiencia masticatoria, la pérdida de la estética, y malestar, así como los potenciales trastornos de la articulación temporomandibular, lo que podría interferir con la calidad de vida del paciente.¹

En la fabricación actual de los dientes de plástico, la principal materia prima utilizada es la resina acrílica poli (metacrilato) metacrilato de metilo (PMMA) y puede ser asociado con diferentes aditivos.

La prueba de microdureza se utiliza para la clasificación de materiales y como un parámetro para el análisis comparativo de los cambios en las propiedades del material a evaluar. Entre los diversos métodos disponibles, la prueba de dureza Vickers y dureza Knoop son las pruebas más ampliamente utilizadas en Odontología.¹

El conocimiento de las propiedades mecánicas de los dientes artificiales es muy importante para su selección, ya que definen su comportamiento cuando se someten a tensión mecánica.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Área problema

Los dientes artificiales son materiales dentales confeccionados para la sustitución de los dientes naturales en la rehabilitación de pacientes edéntulos. Dentro de sus funciones se encuentran; cortar y desgarrar, la acción de masticar, perpetuar la dimensión vertical y la relación céntrica, transmisión de fuerzas y acción estimulante, y estética.³ Dentro de las propiedades de los dientes artificiales se encuentran la resistencia, la indeformabilidad, la eficacia masticatoria, la estética, la estabilidad del color, dificultar la absorción, dificultar la formación de placa bacteriana sobre la superficie, no producir olores, biocompatibilidad, fácil manipulación y el costo.³

2.2 Delimitación

La microdureza superficial o resistencia al desgaste de dientes artificiales de cuatro capas, hace referencia a la resistencia del material a ser indentado.

2.3 Formulación

¿Cuál será la Microdureza Superficial de los Dientes artificiales de cuatro capas; Duratone, Starplus y Chroma-4?

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

- Determinar la microdureza superficial de los dientes artificiales de cuatro capas Duratone, Starplus y Chroma-4.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la microdureza superficial de los dientes Duratone.

- Determinar la microdureza superficial de los dientes Starplus.
- Determinar la microdureza superficial de los dientes Chroma-4.
- Comparar la microdureza superficial de dientes Duratone, Starplus y Chroma-4.

2.5 Justificación

En el mercado existen diferentes productos de dientes artificiales de cuatro capas; por ello la investigación tiene una importancia teórica-práctica porque busca analizar y establecer la microdureza superficial de los dientes artificiales de cuatro capas en el área de Odontología Rehabilitadora y así poder seleccionar el más adecuado para el tratamiento del paciente edéntulo.

A su vez esta investigación tiene una importancia clínica ya que ayudará a una mejor elección de dientes artificiales de cuatro capas en pacientes portadores de prótesis, contribuyendo a que se presente con menor frecuencia la disminución de la dimensión vertical, problemas de los tejidos de soporte y trastornos del ATM.

2.6 Limitaciones

El trabajo fue realizado in vitro, por ende no se tomó en cuenta la capacidad y la fuerza que cada persona edéntula, parcial o total, hace al usar su prótesis; así como tampoco el tipo de dieta, los cuales son factores que influyen en el desgaste de dientes artificiales.

El poder tener acceso a los dientes artificiales Chroma-4 de la marca Nova, ya que actualmente no se encuentran en el mercado peruano, por ende conllevó un tiempo de espera hasta su importación.

III. MARCO TEORICO

3.1 Antecedentes

Grando M., Pacheco L., Botega D., Hirakata L., Hilgert J. 2015. Brasil.

Se evaluó la dureza Knoop, la composición, y la resistencia de los dientes artificiales de resina acrílica al ser expuestas al desgaste por cepillado mecánico. Se utilizaron dientes de tres marcas comerciales - Biotone, Trilux, y Soluut PX. De cada marca, se seleccionaron 10 dientes para el desgaste, 10 para la prueba de microdureza y 5 para el análisis de la composición. Las muestras se sometieron a 55.000 ciclos de cepillado, bajo una carga de 200 g, y con una frecuencia de 250 ciclos por minuto. La prueba de microdureza se realizó utilizando una carga de 25 g durante 15 segundos en una dureza HMV-2 en el probador (Shimadzu). La composición de los dientes de diferentes marcas se determinó por microscopía electrónica de barrido. Los resultados después de cepillado mecánico se compararon mediante la prueba t pareada, mientras que los obtenidos en las pruebas de microdureza eran comparados por ANOVA. Se concluyó que al análisis de la composición, todos los dientes artificiales analizados contienen carbono y oxígeno. Trilux y Soluut dientes marca PX contienen también silicio. Así también se concluyó que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las marcas en cuanto a microdureza superficial. ¹

Pranithida K., Sirasa Y., Rojcharin C., Sroisiri T., Boonyanit T., Toemsak S. 2015. Tailandia. Se evaluó la resistencia al desgaste y la dureza del polimetacrilato de metilo modificado en comparación con 5 disponibles marcas en el mercado de dientes artificiales. Se tomó como

muestra 180 dientes artificiales, divididos en 3 grupos de dientes artificiales

convencionales (MajorDent, Cosmo HXL, y Gnathostar), 2 grupos de dientes artificiales de resina compuesta (Endura y SR Orthosit PE) y 1 grupo de dientes artificiales con superficie modificada. Se analizó la superficie bucal de cada diente artificial mediante la prueba de dureza Vickers y la prueba de desgaste Elucidate. El valor de desgaste se identificó con un perfilómetro. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA. Se obtuvo como resultados que las durezas Vickers oscilaron desde 28,48 hasta 39,36 kg/mm². Mientras que respecto al desgaste los valores oscilaron entre 1.12 a 10.79 μm y 6,74 a 161,95 μm². Se obtuvo como resultados que los dientes artificiales modificados fueron significativamente más duros y mostraron significativamente mayor resistencia al desgaste que los dientes artificiales convencionales (p <0,001). El ensayo de citotoxicidad reveló la viabilidad celular 97,85%, que indica la no toxicidad de la superficie modificada de este material. Se llegó a la conclusión que dentro de las limitaciones de este estudio, la superficie de polimetacrilato de metilo modificado de los dientes artificiales no fue significativamente diferente de la de los dientes artificiales de resina compuesta, con las excepciones que la superficie era más duro y más resistente al desgaste. ⁴

Baptista R. 2014.Brasil. Se evaluó la microdureza al presionar distintas capas de los dientes prefabricados de resina acrílica modificadas. Tomándose como muestra los primeros molares inferiores de cinco marcas comerciales, diez muestras por cada marca; con dos capas

Biotone® IPN y Bioform®, y con tres capas, Artiplus®, Trilux® Eurovipi, y Natusdent®, fueron hemiseccionados en el plano bucolingual y sumergidos en acrílico (n = 10). Las muestras fueron posteriormente pulidas. La microdureza se midió usando un indentador Knoop en tres lugares de diferente espaciado con una carga de 10 g aplicada durante 5 s. Se obtuvo como resultados mediante el análisis de varianza y prueba de tukey que no había diferencia en la microdureza en la primera capa de los dientes analizados ($p = 0,355$); mientras que en la segunda capa, la marca Artiplus® mostró valores más altos en comparación con la marca Natusdent® ($p = 0,018$). Para la tercera capa, las marcas y Artiplus® Trilux® Eurovipi revelaron mayor microdureza en comparación con Natusdent® dientes ($p < 0,001$). Se concluyó que en la capa más externa la microdureza superficial fue similar; mientras que se observaron diferencias para la segunda y tercera capas, Artiplus® mostró mayor microdureza que Natusdent®.⁵

Zhichao H., Hongmin Y., Linxia W., Yukun M. 2014. China. Se examinó el comportamiento de desgaste de 7 dientes de resina artificial con tres diferentes mediciones. Los dientes de la dentadura artificial probados fueron 2 dientes de resina compuesta (Yamahachi PX, enorme Kaijing), 3 dientes de resina acrílica reticulada (Cosmo HXL, Premium 8, Vita LINGOFORM), y 2 dientes de resina acrílica convencional (Yamahachi FX, Shengjian). Las muestras se sometieron a un aparato de ensayo abrasivo para la simulación masticatoria. La pérdida de desgaste (pérdida vertical y pérdida de volumen) se determinó con un microscopio de escaneo láser confocal. Los datos se analizaron con ANOVA. Se obtuvo como resultados que la pérdida media vertical y pérdida de volumen para

todos los dientes de resina acrílica reticulada eran más altos que para todos los dientes de resina compuesta pero menor que las de los dientes de resina acrílica convencional Yamahachi FX y Shengjian. Se llegó a la conclusión de que el desgaste de los diferentes dientes artificiales examinados difiere con respecto a sus composiciones. Los dientes de resina compuesta y los dientes de resina acrílica reticulados encontraron mayor resistencia al desgaste frente a los dientes de resina acrílica convencionales. ⁶

Mathew M., Shenoy K., Ravishankar KS. 2014. India. Se determinó la dureza Vickers y desgaste de prótesis de polimetacrilato (PMMA) mediante la varianza en el porcentaje de peso. El valor de la carga es de 50 g en 10 segundos. Se realizó el análisis mediante ANOVA. Se obtuvo como resultados que el polipropileno reforzado muestra dureza Vickers superior. ⁷

Rodrigues K., Bonfante G., Pegoraro L., Conti P., Oliveira P., Kaizer O. 2014. China. Se evaluó la resistencia al desgaste de polimetacrilato de metilo (PMMA) en función de su composición química cuando la oposición de un antagonista es de cerámica. Se tomó como muestra dientes artificiales de caninos superiores (n = 10) de PMMA (Trubyte Biotone, PMMA reticulado; Trilux, altamente reticulado IPN (red polimérica interpenetrante) -PMMA; y Vivodent, altamente reticulado PMMA). La resistencia al desgaste se midió como la pérdida de altura. Los valores se analizaron mediante ANOVA. Todos los dientes mostraron significativamente mayor desgaste ante su antagonista de cerámica. Se concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas (p>

0,05) en el desgaste entre los 3 dientes de la dentadura evaluados con antagonista de cerámica. ⁸

Pinto D et al. 2013. Brasil. Compararon la microdureza de los dientes artificiales. Se utilizaron seis marcas de dientes artificiales, divididos en seis grupos: POPDENT, Biotone IPN, TRILUX, BIOCLER, SR Orthosit PE y VITAPAN. Para el análisis de microdureza Vickers se utilizaron ocho segundas premolares de cada marca. Los dientes artificiales se embebieron en resina de poliéster, dividido por la mitad, lijado y pulido en la superficie por analizar. Se observó mediante microscopía estereoscópica el número de capas en cada muestra. Se llevaron a cabo indentaciones en cada capa (esmalte y cuerpo). Los valores de microdureza fueron obtenidos en Vickers. Se obtuvo como resultados que sólo Grupos IV y V mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre las capas de esmalte y el cuerpo. Las muestras de SR Orthosit PE y Vitapan presentaron mayor microdureza para las capas de esmalte y cuerpo. ⁹

Gagan K., IN A. India. 2013. Comparó la microdureza de tres diferentes tipos de dientes artificiales de acrílico. Se tomaron como muestra veinte muestras de los dientes posteriores de 3 marcas diferentes (Livera, Acryrock y Endura); se seccionaron en sentido bucopalatino en el centro de la corona, las secciones fueron incorporadas en resina acrílica de autopolimerizado; se pulieron y fueron sometidas a observación mediante microscopio de 10 aumentos y así determinar el número de capas de cada tipo de diente. Posteriormente la dureza se determinó con un medidor de dureza Vickers (Instrumentos de combustible e Ingenieros

Pvt. Ltd.) con una carga de 300 g y una permanencia de 15 segundos; se realizó tres muescas por cada muestra y se observó mediante microscopio óptico. Se analizaron el esmalte y la base de capas de los tres grupos a través de ANOVA/ Kruskal-Wallis. Los resultados obtenidos fueron que a la primera observación realizada en microscopio se determinó que Acryrock y Livera se componían fundamentalmente de dos capas en su estructura (capa de esmalte y capa base); sin embargo, Endura presentaba tres capas (capa de esmalte, capa intermedia y capa base). Al ser analizadas tras la indentaciones se obtuvo como resultados que la microdureza de la capa de esmalte de Endura (20.41 ± 0.529 kgf/mm²) fue mayor que Acryrock ($19.72 \pm 0,429$ kgf/mm²) y Livera (24.28 ± 0.585 kgf/mm²). Con respecto a la capa base, Endura (20.41 ± 0.529 kgf/mm²) representaba un número significativamente mayor que las capas base de Acryrock (17.82 ± 0.394 kgf/mm²) y Livera (19.75 ± 0.854 kgf/mm²).¹⁰

Rodrigues A., Vanzillotta P., Figueiredo C., Lima R., Rodrigues H., De Gouvea C. 2011. Brasil. Se comparó la resistencia a la abrasión de dos marcas de dientes artificiales hechas en base a resina acrílica con propiedades mejoradas, Biotone IPN (Dentsply) y Trilux (Vipi); entre sí y con el esmalte dentario. Fueron utilizados cinco muestras por cada grupo. Los 15 cuerpos de prueba fueron los primeros molares inferiores, las muestras fueron obtenidas con el desgaste inicial de las caras proximales, oclusales y cervicales; las caras linguales y vestibulares fueron mantenidas íntegras; pesados en una balanza analítica (BG 200 Indústria e Comércio Eletro Electronica Gehaka), siendo realizadas tres mediciones y obtenido una media. Mediante la prueba de T de Student

se concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al desgaste entre las marcas Biotone IPN e Trilux; con relación al desgaste relativo de los dientes artificiales en relación a los dientes naturales, tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas.¹¹

Suwannaroop P., Chaijareenont P., Kootathape N., Takahashi, Arksornnukit M. 2011. Japón. Se evaluó la resistencia al desgaste, dureza, módulo elástico y las correlaciones entre ellos. Se examinó la capa sub-esmalte en cuatro tipos de dientes artificiales: 3 dientes de resina acrílica convencional (Cosmo HXL, Major Dent, y Yamahachi FX), dientes de resina acrílica reticulada (Trubyte Bioform IPN), 2 dientes de resina compuesta (SR Orthosit PE, y Yamahachi PX), y uno de dientes de porcelana (dientes ACE). El ensayo de desgaste de los dos cuerpos se realizó con un encargo pin en el aparato del disco. Volumen y pérdida de peso fueron medidos. La dureza y el módulo de elasticidad se evaluaron mediante el uso de un sistema de nanoindentación. Se obtuvo como resultados que la resistencia al desgaste de los dientes de resina acrílica reticulada fue la más baja; y la dureza y el módulo elástico de dientes de porcelana (ACE) demostraron los valores significativamente más altos, seguido de SR Orthosit PE, y los demás ($P < 0,01$).¹²

Mallika S., Kamalakanth S. India. 2010. Se comparó la resistencia al desgaste de tres diferentes marcas de resina acrílica (Surana Ultradent, Premadent y DenTek). El estudio fue realizado en dientes molares de la maxila y mandíbula; se tomaron como muestra 20 piezas por cada, dando un total de 60 muestras. Para la evaluación de la resistencia al desgaste se realizó en términos de pérdida de peso y pérdida de volumen,

mediante una máquina de prueba y desgaste, DUCOM; la superficie oclusal de los dientes se redujo para asegurar la uniformidad de las muestras. Cada muestra se sometió a 5.000 ciclos y posteriormente completado hasta 10.000 ciclos, bajo una carga de 0.20 kg. Se utilizó el análisis de varianza ANOVA y Tukey HSD. Se llevó a cabo mediante la comparación de la pérdida de peso y la pérdida de volumen entre Surana Ultradent, Premadent y DenTek; lo cual evidenció diferencias altamente significativas; Surana Ultradent, dentadura de resina acrílica, tenía más alta resistencia al desgaste entre los tres grupos de muestras analizadas.

13

Lugo P., Barceló F. México. 2009. Se comparó la resistencia al desgaste de tres marcas de dientes artificiales Orthosit (composite), BioTone, (IPN) y el Newtek (resina acrílica). Se evaluó los primeros molares inferiores, los cuales fueron sumergidos en acrílico de autocurado rápido, quedando a exposición las cúspides las cuales fueron pulidas hasta dejarlas planas. Se evaluaron 15 muestras de cada marca de dientes, divididas en tres grupos cada uno, se sometieron a 5, 10 y 20 mil ciclos masticatorios. Siendo un total de 45 muestras por las tres marcas.

Los resultados fueron analizados por la prueba estadística de ANOVA. Obteniéndose como resultados que el desgaste en los dientes de resina acrílica (Newteck) fue mayor que el de los dientes de IPN (Bio Tone) y estos tuvieron mayor desgaste que los de composite (Orthosit), tanto a 5,000, 10,000 y 20,000 ciclos. ¹⁴

Carbone P, Coppede A, Macedo A, y col. 2009, Brasil. Se estudió in vitro la resistencia de desgaste de 7 marcas de dientes artificiales (Biolux,

Trilux, Dent azul, Biocler, Orthosit, Postaris y Gnathostar) a la abrasión frente a metal (aleación de níquel-cromo) y compuestos (compuesto solidex indirectos) antagonistas. Se obtuvo que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes dientes artificiales contra antagonista de los compuestos. A diferencias estadísticamente significativas se encontraron cuando los grupos se compararon con antagonista metálico. Por ende, se puede concluir que el material antagonista es un factor de gran importancia que se debe considerar en la elección de los dientes artificiales que se utilizan en la prótesis. ¹⁵

Ghazal M, Steiner M, Kern M. 2008. Se evaluó la resistencia al desgaste de los dientes artificiales con antagonistas hechas del mismo material. Los dientes artificiales incluyen dientes de cerámica, dientes de resina compuesta de nanorelleno, dientes de resina acrílica, y los dientes de resina acrílica experimentales. Después de 600.000 ciclos de masticación, se concluyó que los dientes de resina acrílica mostraron un menor desgaste que los dientes de cerámica, dientes de resina compuesta de nanorelleno y los dientes de resina acrílica experimental. Sin embargo, la microscopía electrónica de barrido y observaciones láser escáner mostraron que los dientes de resina acrílica exhiben la deformación a las superficies de contacto. ¹⁶

Arana B, Leal R, Sepulveda W, y col. 2007, Colombia. En este estudio se investigó la dureza Vickers de dos marcas comerciales de dientes artificiales Pop-dent y Biocryl, al ser inmersos en alimentos líquidos en diferentes tiempos. Los autores comprobaron que el alcohol causa ablandamiento en las superficies de los composites por remoción de componentes poliméricos disminuyendo las propiedades físicas,

promoviendo el desgaste y reduciendo su dureza superficial. Por lo tanto las soluciones utilizadas para su limpieza no deben contener alcohol ya que causa grietas en algunos plásticos para prótesis.¹⁷

Kurzer M. 2006. Colombia. Se comparó la dureza superficial Knoop de dientes acrílicos fabricados con diferentes tipos de resinas a base de PMMA (polimetilmetacrilato), se analizaron diferentes tipos de dientes artificiales; uno con resina acrílica convencional, uno con resina IPN y dos con resina compuesta; con un corte en el borde incisal, se obtuvo cuatro probetas, sobre las cuales se realizaron diez indentaciones igualmente espaciadas en cada una.; mediante la prueba de ANOVA se obtuvo como resultado que los dientes artificiales fabricados con resinas acrílicas compuestas poseen mayor dureza que los de IPN o resina convencional. Sin embargo, aún distan de manera significativa de tener la misma dureza que el diente natural (esmalte 270-350 KHN y dentina 50-70 KHN).¹⁸

Assunção L, Tabata F, Nicolau E, y col. 2006, Brasil. Evaluaron la resistencia a la abrasión de diferentes 7 marcas comerciales de dientes artificiales, almacenamiento previamente a la saliva artificial. La primera inferiores molar usados de marcas Artplus, Biolux, Myerson, Orthosit SR, Trilux, Trubyte Biotone y Vipi Dent Además, se separaron en 7 grupos (n = 12), totalizando 84 muestras. Después se presentó en un dispositivo metalográfico incorporado bajo presión de 150 kgf/cm² durante 16 minutos, las muestras fueron de almacenamiento en saliva artificial a temperatura constante de 37 ± 1° C durante 30 días. Además presentan un rendimiento similar, lo que demuestra menor resistencia a la abrasión, en comparación con el grupo SR Orthosit, que presentan una mayor resistencia.¹⁹

Rodrigues K. 2005. Brasil. Evaluó la dureza superficial knoop de tres marcas de dientes artificiales de resina convencional (Trubyte Biotone, Vipi Dent Plus e Ivostar) y cuatro marcas de resina acrílica mejorada (Biotone IPN, Trilux, Biolux y Vivodent) antes y después de una simulación de prueba con ácido. Se utilizó 70 dientes artificiales (incisivos superiores). La carga vertical estática fue de 200g por 30 segundos, siendo la lectura realizada Microdurómetro Shimadzu Corporation, Japan. Las mediciones de la prueba de dureza revelaron pérdida de dureza después de la prueba de pH en todas las muestras evaluadas. ²⁰

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Dientes naturales

En el ser humano adulto existen normalmente 32 dientes permanentes. Estos dientes están dispuestos en dos arcadas bilateralmente simétricas en los huesos maxilar y mandibular, con ocho dientes en cada cuadrante: dos incisivos, un canino, dos premolares y tres molares permanentes. Veinte de estos dientes permanentes están precedidos por dientes caducos (de leche); los restantes (molares permanentes) no poseen precursores caducos.

21

Los dientes están compuestos por cuatro tipos de tejidos. Tres de ellos son duros: El esmalte, el cemento y la dentina. El cuarto tejido es de consistencia blanda: La pulpa dentaria ²²

3.2.2 Dientes artificiales

El origen de los dientes artificiales se remonta a las antiguas civilizaciones de Egipto y China, quienes utilizaron huesos, dientes de animales y marfil como sustituto de dientes humanos. Los dientes artificiales son imitaciones de los dientes naturales fabricados con porcelana o acrílico, cuyo objetivo es reemplazar los faltantes en un desdentado parcial o total. ²³

1. Tipos de dientes artificiales

Los dientes artificiales son compuestos por tres tipos de material: porcelana, resina acrílica convencional o resina acrílica modificada.

20

A. Dientes de porcelana

Los dientes de porcelana, a pesar de que tienen una mayor rigidez y resistencia a la abrasión son frágiles y pueden fracturarse y en consecuencia ocasionar el desgaste de dientes naturales antagonistas. ¹⁹

La dureza de la porcelana hace que el ajuste sea más difícil; además de que el sonido, producido por la fricción de la porcelana, durante la masticación pueda incomodar al paciente. ²⁰

Requieren una retención adicional y pueden despegarse con mayor frecuencia de la base.

La baja resistencia al impacto y la fragilidad de los dientes de porcelana contraindican su uso en pacientes con dificultades motrices que determinan caída o golpes sobre

la prótesis cuando esta es higienizada o retirada de la cavidad bucal. Por otra parte, y aunque no es una situación frecuente, en pacientes alérgicos a la resina, pueden estar indicados los dientes de porcelana, por su excelente tolerancia biológica.²⁴

B. Dientes de resina

Desde 1940, la resina acrílica se ha utilizado en la fabricación de dientes artificiales para la rehabilitación protésica, parcial y completa. Estos son ampliamente utilizados debido a su facilidad de manejo, superficie brillante después de pulir, estabilidad adecuada de color, fácil ajuste y buena estética.¹

La composición general de las resinas de polimetacrilato de metilo empleadas en la fabricación de dientes acrílicos consiste en un monómero líquido (MMA) y un polímero en polvo (PMMA). También, pueden agregarse un agente de enlace cruzado al monómero y pigmentos al polímero (menor al 5%) que al reaccionar con la luz le dan al diente una apariencia semejante a la dentición natural o a los tejidos blandos circundantes. Además del pigmento, se adiciona peróxido de benzoilo como iniciador de la polimerización.¹⁵

Los dientes están fabricados con resinas de tipo acrílico (polimetacrilato de metilo) con el agregado de copolímeros, principalmente resinas vinílicas (cloruro y acetato vinílico) y pigmentos adecuados a los distintos tonos de color de los dientes. Industrialmente, el polímero

en polvo se mezcla con monómero (metacrilato de metilo), con lo que se logra una masa plástica que se empaqueta en moldes o matrices metálicas con formas dentarias; se procede entonces a realizar el curado. ¹⁸

Los dientes de resina acrílica son los dientes artificiales más utilizados. Tienen la ventaja de ajuste, la falta de chasquidos y una buena unión con el material base de prótesis en comparación con los dientes de porcelana, sin embargo la resina acrílica presenta baja resistencia al desgaste en comparación con los dientes de porcelana. ¹⁵

Los dientes posteriores son de la masticación, y están en constante aumento de carga en comparación con los dientes anteriores. ¹⁵

Las resinas de polimetilmetacrilato empleadas en la fabricación de dientes para prótesis son muy similares a las utilizadas en la construcción de la base protésica. ²⁵ Se caracterizan por tener unión más fuerte a las dentaduras acrílicas; sin embargo, con el tiempo su resistencia ha sido cuestionada. ¹⁹

Una de las propiedades físicas más importantes de los dientes artificiales de resina acrílica utilizados en prótesis dentales para la rehabilitación de pacientes edéntulos es la resistencia al desgaste y la capacidad de estos para mantener una relación oclusal estable a través del tiempo.

14

Las resinas acrílicas se desgastan de 7 a 30 veces más rápido cuando se enfrentan con una superficie de oro, resina compuesta, esmalte o porcelana pulida. ²⁶

La propiedad más importante de los dientes artificiales es la resistencia al desgaste, que es determinante en el mantenimiento del patrón de la rehabilitación oclusal. ¹⁵

Una de las propiedades físicas más importantes de los dientes artificiales es su resistencia a la abrasión y la capacidad de mantener la relación oclusal de los pacientes estables. ¹⁹

2. Características de los dientes artificiales

A. Tamaño

Los dientes elegidos para la prótesis deben estar en proporción con el resto del organismo. Para ello, podemos basarnos en ciertas proporciones descritas en la literatura a lo largo de la historia, como por ejemplo las descritas por Sears, en las que relaciona el incisivo central superior con la anchura bicigomática; siendo éste 1/18 parte de la misma, o con la anchura bipupilar o la altura de la cara. ³

B. Forma

La armonía entre los dientes anteriores y el resto de la cara del paciente debe determinar un conjunto proporcionado y agradable, en función de las características personales, ya sean de sexo, edad, raza o facciones faciales. ³

C. Color

Para valorarlo, debemos tener en cuenta las propiedades del color; matiz, saturación, brillo y translucidez.

Basándonos en el color, también existe una gama de dientes amplísima, para conseguir una armonía con la cara del paciente, forma, tamaño, color de la piel, ojos o pelo, edad e incluso con la personalidad del propio paciente.³

3. Propiedades de los dientes artificiales

A. Resistencia

Han de tener la suficiente resistencia para soportar las fuerzas que inciden sobre ellos y para poder transmitir las correctamente al hueso a través de la plancha de la prótesis.

3

B. Indeformabilidad

Para poder ejercer sus funciones básicas de triturar, cortar, perpetuar la dimensión vertical y la relación céntrica, etc., es evidente que deben ser capaces de no deformarse ante cualquier circunstancia y durante el máximo tiempo posible.³

C. Eficacia masticatoria

Una prótesis es funcionalmente efectiva cuando su portador es capaz de masticar con ella sin experimentar ningún tipo de incomodidad. Deben tener una morfología oclusal adecuada, y deben participar todos los dientes de la prótesis en conjunto, permitiendo que los dientes anteriores corten y los posteriores trituren adecuadamente.³

D. Estética

Un diente puede resultar bello y sin embargo no ser apropiado para un determinado paciente, por ello es importante tener muy en cuenta las características antes descritas de color, tamaño y forma de los dientes artificiales a la hora de realizar la selección adecuada.³

E. Estabilidad del color

El color debe permanecer estable durante un periodo de tiempo aceptable sin que se produzca un envejecimiento prematuro, que significará un fracaso del tratamiento.³

F. Dificultar la adsorción

Esta propiedad es muy importante en los dientes artificiales, ya que pueden adsorber determinados colorantes de los alimentos, nicotina, etc., que darán tanto a la prótesis como al propio paciente un aspecto más envejecido y no tan agradable.³

G. Dificultar la formación de placa bacteriana

Una superficie rugosa o porosa favorece la formación de la placa bacteriana, mientras que una superficie lisa y pulimentada la dificulta. Esta propiedad depende del material elegido.³

H. No producir olores

Fabricación de los dientes, no producen olor. Sin embargo, en ocasiones pueden aparecer olores desagradables

generados por la descomposición de la materia orgánica incluida en la constitución de los dientes o por la porosidad existente en piezas de baja calidad capaces de acumular en su superficie elementos que, por sí mismos o como consecuencia de su descomposición, pueden producir olores indeseables.³

I. Biocompatibilidad

El material empleado en la fabricación de los dientes artificiales, no debe ser tóxico ni irritante.³

J. Fácil manipulación

Deben permitir su fácil y cómoda manipulación tanto por el técnico de laboratorio como por el clínico.³

K. Costo

Naturalmente, el precio es un factor más a considerar, pero resulta de interés subrayar que los dientes artificiales al ser fabricados en serie no tienen un elevado coste. Aun utilizando los más caros del mercado no repercuten excesivamente en el precio final del tratamiento (aproximadamente suele ser de un 5% a un 10% del total).³

4. Funciones de los dientes artificiales

A. Cortar, desgarrar y triturar

Cortar y desgarrar (dientes anteriores) y triturar (dientes posteriores), y por tanto en su conjunto la acción de masticar. Puede verse disminuida o incluso disminuida si existen alteraciones en la forma o tamaño de los dientes artificiales. ³

B. Perpetuar la dimensión vertical y la relación céntrica

Fundamental para la estabilidad de la prótesis. ³

C. Transmisor de fuerzas y acción estimulante

Transmiten a los músculos y al hueso las fuerzas provocadas como consecuencia de la entrada en contacto de ambas arcadas en masticación y deglución. Por tanto es muy importante una correcta selección del material (acrílico, porcelana, metal...) y su calidad para mantener las funciones estables a lo largo del tiempo. Para su acción estimulante, es necesario que la presión sea uniforme a lo largo de todo el reborde, sin causar ulceraciones y reabsorciones indeseables (frecuentemente debidas a alineaciones incorrectas o anatomías inapropiadas). ³

D. Estética

Si la funcionalidad de los dientes constituye un factor esencial, no es menor la importancia del factor estético en todos los tratamientos. No conseguiremos un tratamiento completo sin una adecuada alineación, localización, tamaño,

forma y color, según las características propias del paciente.

3

5. Dientes artificiales de Cuatro Capas

La materia prima básica utilizada para la fabricación de dientes artificiales es resina acrílica (metacrilato de polimetilo o polimetacrilato de metilo), establecida en su forma original por la unión rectilínea en cadena de varias unidades de moléculas de metacrilato de metilo ligado intramolecularmente por las uniones covalentes.^{25, 27,28, 29}

Por lo tanto, la macromolécula (Polímero) se forma a partir de la unión de un gran número de moléculas individuales, llamados monómeros. En otras palabras, un gran número de moléculas individuales con bajo peso molecular reaccionan entre sí para formar una molécula de alto peso molecular. La polimerización del polimetilmetacrilato se da a través del método de adición, en la que los monómeros se van ligando indefinidamente en la forma de un proceso en cadena. Las macromoléculas son formadas sin producirse cambios en la composición final, es decir que el monómero y el polímero resultante tiene la misma fórmula empírica. En otras palabras, la estructura de monómero se repite a menudo en el polímero, sin que exista la formación de subproductos en la reacción final. Las reacciones son isotérmicos e implican la liberación de calor.^{25, 27, 28, 29}

El proceso de polimerización puede ser descrito en cuatro etapas: inducción (iniciación), propagación, terminación y de transferencia de cadena. El período de iniciación o inducción es

el tiempo durante el cual las moléculas de iniciación (peróxido de benzoilo) son descompuestas en radicales libres bajo la acción del activador (calentamiento) para interactuar y activar las moléculas del monómero. La presencia de impurezas que pueden interactuar con los grupos activados puede aumentar la duración del período de inducción. A su vez, cuanto más alta es la temperatura, más rápido se producirá iniciación de la polimerización.^{25, 28, 29}

El monómero activado reacciona sucesivamente con otras moléculas monoméricas y, por lo tanto, la reacción es propagada desde el centro activo (propagación). La polimerización depende, por lo tanto, de la formación de radicales libres (molécula con un electrón no apareado).

Cuando un radical libre choca con grupo insaturado (doble enlace) de la estructura del monómero, se forma una pareja con los electrones del doble enlace, dejando el otro par libre. Por lo tanto, el monómero en sí se transforma en radical libre y la reacción se perpetúa.^{25, 28, 29}

La tercera etapa de polimerización (terminación) se refiere al final de la reacción en cadena tanto por la unión directa a otra cadena, como por la transferencia de un átomo de hidrógeno de una cadena en crecimiento para otra.²⁵

En otras palabras, ambas cadenas se desactivan por el intercambio de energía entre sí.²⁵ La cuarta etapa de polimerización (transferencia en cadena) es aquel en el cual la reacción de polimerización de una cadena polimérica termina

con la transferencia de una etapa activada hacia una molécula inactiva, creando, por consiguiente, nuevo núcleo para iniciar el crecimiento de una nueva cadena.^{25,28, 29}

Los dientes de resina convencionales utilizados están compuestos de capas de materiales prácticamente idénticos: cuatro capas (esmalte labial, dentina, esmalte palatino y cervical). Solo se diferencia la capa superficial de esmalte translúcida que tiene una estructura similar al vinilo.³⁰

El principal avance en la producción de los dientes artificiales ocurre con los agentes de ligación cruzada de la resina acrílica (crossed linking) en la década de los 50, lo que soluciona el problema de rayaduras del material.³⁰

Generalmente, la reacción de polimerización por adición forma macromoléculas lineales. Por eso, la adición de las moléculas monoméricas bifuncionales con doble unión reactivas en cada lado (dimetacrilato de etilenoglicol) permitió el cruzamiento entre las cadenas poliméricas rectilíneas y la formación de ramificaciones no lineales. La repetición del proceso con otras cadenas de monómeros resulta en un polímero de unión cruzada.^{25, 27, 28,29}

La ligación cruzada promueve la formación de puentes entre las macromoléculas rectilíneas de forma tridimensional, hecho que mejora la resistencia de la resina. Los fabricantes de dientes artificiales usan bastante la ligación cruzada, tanto para

umentar la resistencia, como para que soporten las tensiones superficiales.³¹

La matriz de PMMA está compuesta por polímeros lineales sin uniones cruzadas mezclados con monómeros, dimetilmetacrilato mezclado con metacrilatos, constituyendo etilenglicoldimetilmetacrilato.³⁰

La adición de rellenos inorgánicos a la matriz polimérica en dientes de resina son ejemplos de dientes artificiales que contienen rellenos de sílice amorfo para mejorar las propiedades mecánicas y sobretodo la resistencia al desgaste.³⁰

3.2.3 Dureza Superficial

La dureza es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones permanentes de cualquier índole, motivadas por presiones; o capacidad que tiene la superficie de la sustancia para resistir la penetración de una punta bajo determinada carga.²⁷

De la definición surge el método para medirla: se trata de penetrar o rayar una muestra del material en estudio por medio de un penetrador o indentador definido aplicando sobre éste una carga establecida. Relacionando la carga aplicada con la magnitud de la penetración o raya puede establecerse el valor de la dureza. Cuanto mayor sea el valor de ese número mayor será la resistencia de ese material a la penetración.²⁴

El esmalte presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. Una dureza knoop (KHN) de 360-390 Kg/mm² y una dureza Vickers de 324.1 ± 87.35 kg/mm² La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica.³²

Se han desarrollado técnicas cuantitativas de dureza a través de los años en los cuales un pequeño indentador es forzado contra la superficie del material a ser evaluado, bajo condiciones controladas de carga y tiempo aplicado. La profundidad o tamaño de la indentación resultante es medida y relacionada a un valor de dureza; mientras más blando sea el material, más grande y profunda será la indentación por tanto menor el valor de dureza.

Los aparatos usados en el laboratorio para medir esta resistencia a la penetración se denominan durómetros (durímetros), estos son aparatos con indentadores de diferentes formas (esferas, pirámides, etc.) y materiales (acero, diamante) según el sistema que usen. Este indentador será forzado contra el material a probar con una carga determinada que puede ir desde gramos hasta kilogramos y por un tiempo preestablecido por el investigador. Para la medición de las huellas en las pruebas de microdureza se usa el microscopio incorporado al aparato.³³

3.2.4 Sistemas de Medición

Los diferentes métodos desarrollados para medir la dureza en general consisten en producir una deformación local, en el material que se ensaya a través de un indentador. Los valores obtenidos son siempre dependientes del método y las condiciones en las que se ensaya por lo que para que un valor de dureza sea útil y permita su comparación debe estar acompañada de la indicación del método utilizado y las condiciones del ensayo.³⁴

Estos métodos se pueden clasificar en dos grandes grupos según la forma de aplicación de la carga:

- A. Ensayos estáticos: En los que la carga se aplica en forma estática o cuasiestática. En este caso un indentador se presiona contra la superficie de ensayo con una carga que se aplica en forma relativamente lenta. En general la medida de dureza en este tipo de ensayo resulta del cociente de la carga aplicada y el área de la huella que deja el indentador en la superficie, como es el caso de los métodos Brinell, Vickers y Knoop, o bien es una medida de la profundidad de la indentación como en el ensayo Rockwell.³⁴

- B. Ensayos dinámicos: En los que la carga se aplica en forma de impacto. En general el indentador es lanzado sobre la superficie a ensayar con energía conocida y el valor de dureza se obtiene a partir de la energía de rebote del penetrador luego de impactar en la muestra, como sucede en el método de Shorey en el de Leeb, ambos conocidos como método de dureza por rebote. Se

mide dureza cuando se ha establecido una correlación entre la dureza y alguna otra propiedad del material, como por ejemplo la resistencia a la abrasión o al desgaste, la resistencia a la tracción, etc. Sin embargo debe advertirse que dichas correlaciones son aplicables en forma muy cuidadosa sobre un rango acotado de materiales sobre los cuales se conoce, empíricamente, las condiciones en que se cumple la relación entre la propiedad buscada y el valor de la dureza.³⁴

La dureza determina el grado de deformación de un material, su resistencia a la indentación y se acepta como una propiedad importante y un parámetro valioso en la comparación con la estructura dental.

1. Métodos empleados en la medición de la dureza

Algunos de los métodos más utilizados para comprobar la dureza de los materiales de restauración son las pruebas de durometría de Brinell, Knoop, Vickers, Rockwell y Shore. Cada una de ellas difiere ligeramente de las otras, y presenta determinadas ventajas e inconvenientes. No obstante tienen una cualidad en común: todas ellas dependen de la penetración de algún objeto de forma geométrica definida en la superficie del objeto estudiado (indentador).²⁷

Los indentadores pueden ser de acero, carburo de tungsteno o diamante y tener la forma de una esfera, un cono o una pirámide. La carga aplicada suele oscilar entre 1 y 3 kg. La elección de una prueba de durometría depende del material estudiado, de la

dureza que previsiblemente puede tener y del grado de localización que se desee. Independientemente de la prueba, el método general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora. La aplicación de esa fuerza sobre el indentador produce una indentación de forma simétrica, en la cual se puede medir la profundidad, la superficie o la anchura por medio de un microscopio. Seguidamente se correlacionan las dimensiones de la indentación con unos valores tabulados. Con una carga fija aplicada a un indentador estandarizado, las dimensiones de la indentación variarán en forma inversa con respecto a la resistencia y a la penetración del material examinado. ³³

A. Prueba de durometría de Brinell.

La prueba de durometría de Brinell es de las más antiguas de las que utilizan para el estudio de metales y aleaciones de uso odontológico. En el sistema Brinell se emplea como penetrador una pequeña esfera de acero o de carburo de tungsteno, generalmente de 1,6 mm de diámetro, cuando se la somete a un peso de 123 N. al medir la dureza de Brinell de un material, el indentador permanece en contacto con la muestra estudiada durante un tiempo fijo de 30 segundos, después del cual se retira el indentador y se mide con cuidado el diámetro de la indentación. Para obtener el número de dureza Brinell se relaciona la carga aplicada con la superficie de la huella, que tiene una proyección circular y cuyo diámetro se mide con un microscopio. El cálculo se hace aplicando

formulas apropiadas o simplemente consultando tablas ya confeccionadas. Se expresa en Kg/mm^2 . ^{24, 27, 35}

El sistema Brinell tiene dos inconvenientes: el primero es que no sirve para aplicarlo sobre materiales frágiles, ya que para producir la huella hay que superara bastante el límite proporcional, lo que no es posible en este tipo de materiales. El segundo es que no tiene en cuenta la recuperación que se produce en el material al retirar la esfera, es decir, que no se mide la magnitud real de la penetración menos la recuperación que se produce cuando la superficie tiende a volver a su forma original. ²⁴

B. Prueba de durometría de Rockwell.

El sistema Rockwell (en realidad una serie de sistemas en los que puede variar el tipo de "indentador" y la carga utilizada) es similar al Brinell pero con él, en lugar de medirse la superficie de la huella, se mide la profundidad de la penetración. Ofrece menos garantías de exactitud, pero el ensayo es más fácil y rápido de llevar a cabo. ²⁴

Se emplean indentadores de esfera o de cono de diámetros diferentes, que puede ser una bola de acero o un cono de diamante cuyo ángulo en el vértice es de 120° y terminando en un redondeamiento de 0,2 mm de radio así como diferentes valores de cargas (de 60 a 150 Kg); cada combinación se describe como una escala especial de Rockwell. ²⁷

Los inconvenientes de esta prueba son que se necesita una precarga, se requiere más tiempo y la indentación puede desaparecer en cuanto se quita la carga. ²⁷

C. Prueba de durometría de Knoop.

En la microdureza Knoop se utiliza un penetrador de diamante. La dureza se determina mediante el cociente de la carga aplicada y el área de la impronta proyectada sobre la superficie que se evalúa y en la que no debe tenerse en cuenta la recuperación elástica del material. Sin embargo, la medición de la superficie requiere que se retire el penetrador y por lo tanto el material produce la recuperación elástica y la consecuente deformación de la impronta.

Por esto, considerando que la diagonal mayor prácticamente no es afectada por la recuperación, el cálculo de la superficie se realiza en función de ésta. ²⁴

Este método está diseñado para que se puedan aplicar cargas variables sobre el indentador. Por consiguiente, la superficie de la indentación resultante variará dependiendo de la carga aplicada y de la naturaleza del material investigado. Este método tiene la ventaja de que se pueden estudiar materiales de dureza muy diferentes simplemente cambiando la magnitud de la carga aplicada.

Dado que aplicando cargas muy leves se obtienen microindentaciones muy delicadas, se puede emplear este método para examinar materiales con zonas de diferente dureza. ³⁶

D. Prueba de durometría de Shore A.

Las pruebas descritas anteriormente no se pueden utilizar para determinar la dureza de las gomas, ya que la indentación desaparece al retirar la carga. Ésta prueba se utiliza para determinar la dureza relativa de los elastómeros. ¹

E. Prueba de durometría de Vickers.

La determinación de la dureza Vickers (V.H.N., Vickers Hardness Number; V.P.N., Vickers Pyramidal Number; o D.P.H., Diamond Pyramidal Number) es similar a la Brinell ya que se obtiene del cociente de la carga aplicada por la superficie de la impronta. Sin embargo en este caso se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide con base cuadrangular cuyas caras opuestas forman, entre ellas un ángulo de 136 grados, que al aplicarle una carga variable deja una huella de forma cuadrangular donde se miden las diagonales y se promedian, permitiendo una prueba muy corta y dando impresiones poco profundas, piramidales, de superficie lateral S. Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg según el espesor y tipo de material. En general las máquinas estándar proveen cargas de 1, 2.5, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120 kg de las cuales las de 30 y 50 kg son las más usadas. ^{33,37}

La huella dejada es muy pequeña y permite realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles. ³³

Para valores mayores la deformación que sufre la bolilla utilizada en el ensayo Brinell modifica en parte el valor de dureza obtenido. De aquí se desprende que el ensayo Vickers es más exacto, debido a la menor deformación del penetrador, para durezas que sobrepasan los 500 Brinell.²⁴

En los ensayos de microdureza se utilizan aparatos que aplican cargas que pueden variar de 0,01 kg a 2 kg. La huella dejadas en las pruebas de microdureza Vickers y Knoop son muy pequeñas y permiten realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y se prestan para determinar la dureza de materiales bastante frágiles como lo son los materiales dentarios. Por eso se usará la prueba de microdureza Vickers para medir la microdureza superficial en los dientes artificiales de cuatro capas.³⁸

3.2.5 Clases de Dientes Artificiales

A. Dientes Duratone (Anexo 1 y Anexo 2)

- Nombre del Fabricante: NEW STETIC
- Lugar de elaboración: Guarne (Antioquia)- Colombia.
- Uso recomendado y restricciones de uso del producto: Producto destinado para la elaboración de prótesis dentales parciales o totales.
- Información Composición Química
Poli (metacrilato de metilo)

Etilenglicol dimetacrilato

Fluorescencia

Pigmentos

- Propiedades Físicas y Químicas de Producto

Las propiedades físicas de los dientes de resinas acrílicas se miden en el Laboratorio de Control de la Calidad, mediante la utilización de equipos especializados y calibrados, basados en la norma ISO 22112:2005.

- Apariencia: Similar a un diente natural. Color desde blanco hasta café oscuro. Traslúcido, emite fluorescencia bajo luz ultravioleta.

- Olor: Inodoro.

- Umbral de olor: No determinado.

- pH: No aplica.

- Presión de vapor: No aplica.

- Densidad de vapor: No aplica.

- Velocidad de evaporación: No aplica.

- Punto de congelación o fusión: (especificar cuál): No aplica.

- Punto de ebullición: No determinado.

- Solubilidad en agua: Insoluble.

- Gravedad específica o densidad: No determinada.

- Punto de inflamación o límite de explosividad: No aplica.

- Temperatura de auto-ignición: Sin determinar.

- Temperatura de descomposición: Sin determinar.

- Viscosidad: No aplica.

- Coeficiente de reparto octanol / agua: No aplica.

- Usos y Aplicaciones

Los dientes de resina acrílica son dispositivos diseñados para reemplazar la pérdida de una o un gran número de piezas dentales. Los dientes acrílicos tienen una amplia variedad de tonos y diferentes formas que se pueden adaptar a la fisonomía de cada paciente.

- Los dientes acrílicos de New Stetic se clasifican en líneas según sus capas: 1 capa, 2 capas, 3 capas y 4 capas con las siguientes características:

- Amplia variedades de referencias de formas y colores.

- Los moldes para la fabricación de los dientes aseguran una excelente reproducción de la morfología y anatomía de los dientes naturales, lo que permite una reproducción de la oclusión del paciente según lo determine su diagnóstico.

Amplia variedad de articulaciones en posteriores como 0°, 10°, 20° y 33°.

- Las articulaciones cruzada y normal, satisfacen las necesidades de los pacientes con retrognatismo, prognatismo o mordida normal

- Tienen dureza, durabilidad y funcionalidad excepcionales.

- Aspecto natural, gracias a la morfología y mezcla de múltiples capas de colores.

- Son biocompatibles con los tejidos bucales.

- Se reproducen los matices y tonalidades translúcidas que le dan vitalidad a los dientes artificiales, que se utilizan en las restauraciones dentales.

- La reproducción de colores de los dientes anteriores es similar en los dientes posteriores.
- Los dientes de la línea de cuatro capas poseen cuellos más oscuros que contrastan con su cuerpo, de la misma forma que la raíz de un diente natural cuando es más oscura que su corona.
- Composición química que asegura la unión química y física con la base de dentadura.
- Los dientes de resina acrílica tienen gran facilidad de adaptación.
- Son altamente resistentes a la ruptura.
- La capacidad para unirse a las resinas termopolimerizables para bases de dentaduras, permite un mayor tiempo de vida útil de las prótesis en la boca del paciente.
- Permiten restablecer la funcionalidad y estética del paciente.

- **Aseguramiento de la Calidad del Producto**

Los Dientes de resinas Acrílicas se fabrican con materias primas de altísima calidad y a través de un proceso productivo totalmente estandarizado y certificado bajo ISO 9001:2008 e ISO 13485:2003. Además, en el Laboratorio de Control de la Calidad, se chequea el cumplimiento de los requerimientos de la norma ISO 22112:2005 para el producto terminado, por medio de equipos especializados.

Acabado de la Superficie: Después de la elaboración de una prótesis mediante el sistema térmico convencional o por microondas, las piezas dentarias tienen la capacidad de

recuperar el brillo que tenían inicialmente en la plaqueta de presentación, haciendo una abrasión a la superficie de los dientes.

Unión a la Base: Los dientes de resinas acrílicas y la resina para base de dentadura Veracril®, presentan una unión química.

Estabilidad Dimensional: Es la resistencia a la contracción o expansión de la pieza dentaria durante la elaboración de la prótesis, cuando se somete a cambios de temperatura para que se lleve a cabo la polimerización. El cambio dimensional no debe exceder en $\pm 2,0$ %.

Comparación con la Guía de Colores: El central superior izquierdo de los juegos de dientes anteriores, debe coincidir con la guía de colores suministrada por el fabricante.

Inspección y Conformidad con la Carta de Moldes: Los dientes de resinas acrílicas comparados dimensionalmente con los valores de la carta de moldes, no deben exceder en $\pm 5\%$.

Resistencia al Blanqueo, Distorsión o Agrietamiento (Crazing): Después de haber sometido las piezas dentarías a cambios térmicos y llevadas a una solución de monómero, estas no deben presentar blanqueo, distorsión o resquebrajamiento al ser observadas en un estéreo microscopio.

Porosidad y Otros Defectos: Los dientes no deben presentar poros u otro tipo de defectos, cuando se les hace un corte y se observan en estéreo microscopio aumentando la imagen 10 veces.

Fluorescencia: Los dientes de resinas acrílicas deben tener fluorescencia.

- **Línea de cuatro capas:** Duratone-n®

- **Presentaciones:**

Caja de 20 juegos por 6 u 8 unidades.

Caja de 12 juegos por 14 piezas.

Caja de 10 juegos por 6 u 8 unidades.

Caja de 6 juegos por 28 piezas.

Presentación individual por 6,8, 14 ó 28 unidades

- **Tiempo de Vida Útil en Estante**

No requiere según legislación Colombiana vigente.

- **Condiciones de Almacenamiento y Preservación**

Lugar fresco y seco a una temperatura no mayor que 40°C.

B. Starplus (Anexo 3)

- **Nombre del Fabricante:** Masterdent
- **Lugar de Elaboración:** Colombia
- **Composición**

MATERIAL	PORCENTAJE EN PESO (% p/p)	
	MIN	MAX
Resina acrílica transparente	99.2	99.8
Ácido metacrílico Metil ester	0.33	0.43
Etilen glicol dimetacrilato	0.032	0.042
Álcali derivado del ácido tereftálico	0.01	0.02
N,N dimetil P-toluidina	0.0065	0.0075
Dióxido de titanio	0.000045	0.000054
Óxidos de hierro	0.0000105	0.000013

- Indicaciones

Al utilizar los dientes acrílicos, según sus formas y tamaños, se deben seguir las posibilidades de uso:

- Dientes en resina acrílica para prótesis dental total
- Dientes en resina acrílica para uso parcial.
- Dientes en resina acrílica para prótesis con antagonista natural.
- Dientes en resina acrílica para prótesis con antagonista prótesis.
- Dientes en resina acrílica para prótesis temporal.

• Especificaciones Técnicas del Diente Acrílico

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ESPECIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN	NORMA REF.	RANGO DE ACEPTACIÓN
Dureza (de indentación) (daN/mm ²)	No menor a 15.0 daN/mm ²	-	17-22
Color	No presentar diferencia perceptible visualmente con la guía de colores.	ISO 22112 – NTC 5810	Sin diferencia
Fluorescencia	El diente acrílico debe tener fluorescencia al tener contacto con la luz de la lámpara de neón.	-	Presente
Estabilidad de color	Ningún cambio de color al mantenerse en agua a 37°C por 24 horas	ISO 22112 – NTC 5810	Estable
Distorsión	Ningún cambio en la forma al mantenerse en agua en ebullición por tres horas.	ISO 22112 – NTC 5810	Sin Cambio
Resistencia al agrietamiento superficial	Resistencia antes y después de someterse en agua en ebullición por tres horas al monómero	ISO 22112 – NTC 5810	Resistente

Porosidad	Al ser seccionados no presentan porosidades (Observados a 10X)	ISO 22112 – NTC 5810	Sin Poros
Resistencia a solventes	La muestra no se ve afectada al ser sumergida en monómero durante 5 s. Sin presentar agrietamientos	ISO 22112 – NTC 5810	Aceptable
Resistencia a líquidos auto	La muestra no se ve afectada al ser sumergida en monómero durante 5 horas	-	Aceptable

NTC 5810 Odontología. Dientes Artificiales para Prótesis Dentales.
ISO 22112:05. Odontología. Dientes artificiales para prótesis dentales.

C. CHROMA-4 (Anexo 4 y Anexo 5)

- Nombre del Fabricante: RUTHINIUM GROUP
- Lugar de Fabricación: Italia

- Composición

Caracterización química: Mezclas

- Descripción: Dientes de polímero sintético basado en polimetilmetacrilato
- Componentes peligrosos: suprimido

El empleo de PMMA como base de resina garantiza la perfecta unión entre los dientes y la base de la prótesis.

Resistencia a la abrasión: Cadenas con DCL (dobles ligaciones cruzadas) y el alto peso molecular de la resina garantizan elevada resistencia y durabilidad para la prótesis.

Elasticidad de la resina: los dientes con resina de PMMA poseen elasticidad que permite soportar la carga masticatoria sin fracturas.

- Características

Puede ser montado también en el esquema oclusal convencional (Gnatológico)

Facilidad en la obtención de la Curva de Spee y Wilson.

El formato especial en la región interna del cervical simplifica el montaje, evitando grandes desgastes en la resina del diente.

- Formas de suministro

Chroma-4

19 modelos.

13 colores.

3.2 Definición de términos

Acrílico: Usado impropriamente como sustantivo, debe ser empleado como adjetivo. Significa, realizado en resina. ³⁹

Polímero: Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas. ⁴⁰

Polimetilmetacrilato: Conocido como resina acrílica o simplemente acrílico. ³⁹

Desgaste: Quitar o consumir poco a poco por el uso o el roce parte de algo. ⁴⁰ Pérdida superficial de material por arrancamiento de moléculas del mismo, debido a diferentes situaciones. Adhesivo, por deslizamiento entre una superficie lisa y otra lisa. Abrasivo, entre una superficie rugosa y una superficie lisa. Por impacto, por choques repetido entre dos superficies. Corrosivo, de naturaleza química o electroquímica. ³⁹

Abrasión: Acción y efecto de raer o desgastar por fricción. ⁴⁰ Desgaste de una estructura o sustancia por procesos mecánicos como fricción, frotación o tallado. ³⁹

Dureza: Resistencia que opone un material a ser rayado por otro. ⁴⁰ En la práctica, se prefiere hablar de dureza superficial para referirse a la resistencia de un material a ser indentado, rayado, penetrado, erosionado, etc. Por otro. Coloquialmente hay tendencia a confundir duro con resistente. Duro es lo contrario de blando. ³⁹

Durómetro: instrumento para medir la dureza de una sustancia. ³⁹

3.3 Hipótesis.

Los dientes artificiales de cuatro capas presentan diferentes valores de Microdureza Superficial.

3.4 Operacionalización de variables

VARIABLES	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA	VALOR
Dientes Artificiales de Cuatro Capas	Dispositivo para reemplazar piezas vitales perdidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Duratone • Starplus • Chroma-4 	Según el fabricante	Cualitativa (Nominal)	SI NO
Microdureza Superficial	Propiedad física de los dientes artificiales referente a la resistencia de un material a ser indentado.	Borde incisal de dientes artificiales incisivos superiores.	Medidas de las diagonales de la indentación kg/mm^2 dada por el Microdurómetro Vickers.	Cuantitativa (Razón)	Mín. 19,94 kg/mm^2 Máx. 39,36 kg/mm^2

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

- Según la intervención es estudio Observacional.
- Porque se evaluó una sola vez en el tiempo es un estudio de tipo Transversal.
- Según el tiempo de ocurrencia de los hechos es un estudio de tipo Prospectivo.
- Según el análisis y alcance de los resultados es un estudio de tipo Descriptivo- Analítico.

4.2 Población y muestra

Se seleccionó una muestra por conveniencia de 15 dientes artificiales de cuatro capas por cada marca mencionada, siendo un total de 45 muestras, bajo ciertos criterios de inclusión y de exclusión.

- 15 dientes artificiales de cuatro capas marca Duratone.
- 15 dientes artificiales de cuatro capas marca Starplus.
- 15 dientes artificiales de cuatro capas marca Chroma-4.

A. Criterios de inclusión

Dientes de cuatro capas.

B. Criterios de exclusión

Dientes alterados en su morfología.

4.3 Procedimientos y técnica.

Método

- Observación

Instrumento

- Ficha de recolección de datos (Anexo 6)
- Microdurómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449 (ANEXO 7), proporciona información de microdureza y dureza con resultados en unidades en Vickers, siendo un proceso ágil y preciso el cual nos permitirá tener resultado confiables.

Se realizó el experimento en:

- 15 dientes artificiales de cuatro capas marca Duratone.
 - 15 dientes artificiales de cuatro capas marca Starplus.
 - 15 dientes artificiales de cuatro capas marca Chroma-4.
-
- Se tomó como muestras dientes incisivos centrales y laterales superiores.
 - Las muestras fueron colocadas en moldes circunferenciales de aluminio de 1.5 cm de altura por 2 cm de diámetro, con la cara incisal expuesta.
 - Aparte se elaboró con silicona pesada una base para que se asiente la cara incisal de la muestra; con media cucharada de silicona pesada, se afrontaron dos platinas de vidrio con un espacio de 2mm para la silicona pesada.
 - Se desgastó con un lecrón la silicona pesada hasta que se obtuvo el tamaño de la cara incisal de la muestra a evaluar, en el espacio obtenido se colocó limpiatipo para que ayude a la muestra a permanecer estable.

- Luego, una vez colocada la muestra se procedió a colocar el molde de forma invertida, y fue vertido el acrílico en su fase fluida; en la base del molde de aluminio se colocó una platina de vidrio, y así se pudo obtener una base uniforme. Duratone (color verde), Starplus (color amarillo) y Chroma-4 (color lila).

Una vez que se obtuvieron las muestras, fueron trasladadas al Laboratorio N°4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería donde fueron analizados con el Microdurómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449.

- Se realizaron 3 medidas, indentaciones, en cada bloque de diente artificial; y se obtuvo un total de 45 valores por cada grupo.
- La carga programada fue cotejada con un patrón previo, que fue de un valor aproximado de 100 g en 15 s sobre cada bloque de la cara incisal de los dientes artificiales de cuatro capas.
- El Microdurómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449, nos brindó los valores, dicho microdurómetro cuenta con un microscopio donde se ubicó el área de diente artificial expuesto donde se realizó la indentación. Posteriormente se procedió a realizar las medidas de sus diagonales y de los tres valores que se obtuvieron por cada muestra se promediaron, dicho resultado fue trasladado a una tabla (Tables for Knoop and Vickers Hardness Numbers) la cual ya fue proporcionada por el fabricante del microdurómetro donde se obtuvo el valor promedio mencionado de la microdureza superficial en kg/mm^2 (HV). (Anexo 8)

4.4 Procesamiento de datos

Los datos fueron analizados estadísticamente aplicándose la prueba estadística de ANOVA y prueba de comparación múltiple HSD DE TUKEY.

4.5 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 22.0

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los dientes artificiales de cuatro capas, se usó la prueba de varianza ANOVA y para determinar diferencia significativa entre los grupos se utilizó la prueba de comparación múltiple HSD DE TUKEY.

V. RESULTADOS

Tabla 1

Media y desviación estándar de la Microdureza Superficial de los dientes del grupo 1 (Duratone)

		Estadístico
Media		11,9
Desviación estándar		0,6
Mediana		12,0
Mínimo		10,3
Máximo		12,7
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	11,5
	Límite superior	12,2

De la tabla se aprecia que la media de la microdureza superficial de los dientes del grupo 1 (marca Duratone) es 11,9HV con intervalo de confianza poblacional de 11,5HV a 12,2HV al 95% de confianza, el 50% del total de casos presentan microdureza menor o igual 12HV, el valor mínimo es 10,2 y el valor máximo es 12,7HV

Tabla 2

Media y desviación estándar de la Microdureza superficial de los dientes del grupo 2 (Starplus)

		Estadístico
Media		14,6
Desviación estándar.		1,5
Mediana		14,3
Mínimo		12,7
Máximo		18,0
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	13,8
	Límite superior	15,4

De la tabla se aprecia que la media de la microdureza superficial de los dientes del grupo 2 es 14,6 HV con intervalo de confianza poblacional de 13,8HV a 15,4HV al 95% de confianza, el 50% del total de casos presentan microdureza superficial menor o igual 14,3HV, el valor mínimo es 12,7HV y el valor máximo es 18HV.

Tabla 3

Media y desviación estándar de la Microdureza superficial de los dientes del grupo 3 (Chroma-4)

		Estadístico
Media		18,1
Desviación típica		1,4
Mediana		17,7
Mínimo		17,0
Máximo		22,7
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	17,3
	Límite superior	18,9
Varianza		1,9

De la tabla se aprecia que la media de la microdureza superficial de los dientes del grupo 3 es 18,1 HV con intervalo de confianza poblacional de 17,3HV a 18,9HV al 95% de confianza, el 50% del total de casos presentan microdureza superficial menor o igual 17,7HV, el valor mínimo es 17HV y el valor máximo es 22,7HV.

Tabla 4

ANOVA de la microdureza superficial de dientes en grupo 1, grupo 2 y grupo 3

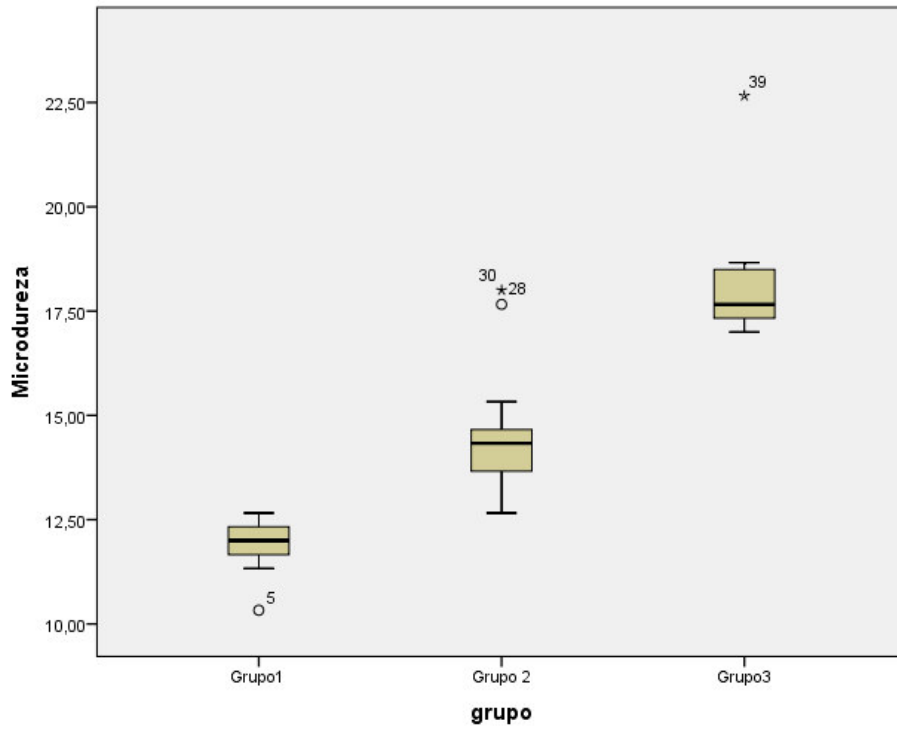
	N	Media	Desviación típica	ANOVA	Prueba Tukey		
					Grupo1	Grupo 2	Grupo3
Grupo1	15	11,9	0,6	F=98 P=0,00*		p=0,000*	p=0,000*
Grupo 2	15	14,6	1,5				p=0,000*
Grupo3	15	18,1	1,4				
Total	45	14,9	2,8				

*p<0.05 significativo

De la tabla se aprecia que la dureza de grupo 3 (Chroma-4) es mayor estadísticamente significativo que la dureza del grupo 1 (Duratone) $p<0,05$ y grupo 2 (Starplus) $p<0,05$.

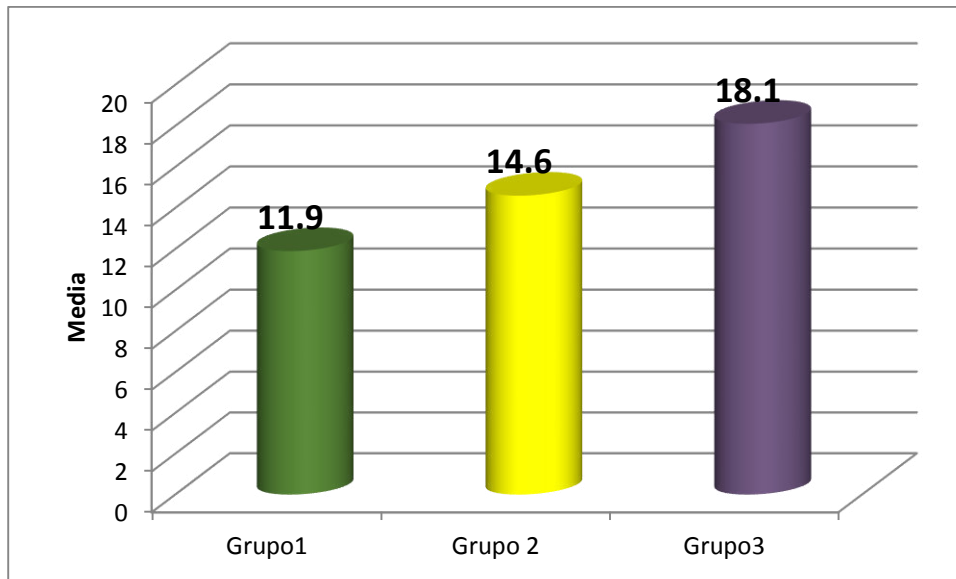
De la tabla se aprecia que la dureza de grupo 2 (Starplus) es mayor estadísticamente significativo que la dureza del grupo 1 (Duratone) $p<0,05$.

Gráfico N° 1: Comparación de las medias de Microdureza Superficial en dientes artificiales de cuatro capas.



En el gráfico se puede observar las diferencias de medias entre los dientes artificiales de cuatro capas.

Gráfico N° 2: Comparación de las medias de Microdureza Superficial en dientes artificiales de cuatro capas.



En el gráfico se puede observar que los valores de la media de microdureza superficial del grupo 3 (Chroma-4; $18,1 \pm 1,4 \text{ kg/mm}^2$) son mayores que la media de microdureza superficial de los dientes artificiales del grupo 2 (Starplus; $14,6 \pm 1,5 \text{ kg/mm}^2$) y el grupo 1 (Duratone; $11,9 \pm 0,6 \text{ kg/mm}^2$).

VI. DISCUSIÓN

El trabajo realizado está dirigido a la determinación de la microdureza superficial de los dientes artificiales de cuatro capas. Autores como Grando et al. ¹ señalan la importancia de dicha propiedad ya que puede conducir a cambios en la dimensión vertical de la oclusión, disminución de la eficiencia masticatoria, la pérdida de la estética; así como trastornos de la articulación temporomandibular, interfiriendo así con la calidad de vida del paciente.

A diferencia de Baptista ⁵ quien señala que en la última capa a evaluar no se demostró diferencia significativa en cuanto a microdureza superficial en este estudio si existieron diferencias significativas entre los dientes artificiales de tres marcas evaluadas.

Los dientes artificiales de cuatro capas Chroma-4 presentaron mayor microdureza superficial frente a Duratone y Starplus, puede ser que a pesar de estar elaborado en base a PMMA presentaba cadenas con DCL (dobles ligaciones cruzadas), tal como lo afirma Zhichao et al. ⁶ y quien afirma que los dientes de resina acrílica reticulados presentan mayor resistencia al desgaste frente a los dientes de resina acrílica convencional; también Mathew et al. ⁷ quien demostró que los dientes de polipropileno reforzado muestran resultados de dureza Vickers superiores; así como Kurzer M. ¹⁸ quien mediante la prueba de ANOVA se obtuvo como resultado que los dientes artificiales fabricados con resinas acrílicas compuestas poseen mayor dureza que los de IPN o resina convencional.

En este estudio se evaluó el esmalte de la superficie incisal de los dientes incisivos superiores; en el estudio realizado por Pinto D et al ⁹ los resultados

mostraron que si existen diferencias estadísticamente significativas, las muestras de SR Orthosit PE y Vitapan presentaron mayor microdureza para las capas de esmalte y cuerpo; así también como se manifiesta en el estudio realizado por Gagan k. et al. ¹⁰ donde se obtuvo como resultados que la microdureza de la capa de esmalte de Endura ($20.41 \pm 0.529 \text{ kgf/mm}^2$) fue mayor que Acryrock ($19.72 \pm 0,429 \text{ kgf/mm}^2$) y Livera ($24.28 \pm 0.585 \text{ kgf/mm}^2$).

En el estudio de Arana B. ¹⁷ se evaluó la dureza de dos marcas de dientes artificiales Pop-dent y Biocryl después de ser inmersos en diferentes alimentos líquidos, los datos de las dos marcas antes de ser inmersos en las sustancias líquidas demostraron diferencias estadísticamente significativas, Popdent ($17.5 \pm 0.90 \text{ kg/mm}^2$), Biocryl ($17.1 \pm 1.30 \text{ kg/mm}^2$). A diferencia de dicha investigación este estudio empleó tres marcas de dientes artificiales de cuatro capas lo cual nos brindaba una mejor evaluación y comparación de la microdureza superficial.

VII. CONCLUSIONES

Los dientes artificiales de cuatro capas Duratone presentó una microdureza superficial promedio de $11,9 \pm 0,6 \text{ kg/mm}^2$.

Los dientes artificiales de cuatro capas Starplus presentó una microdureza superficial promedio de $14,6 \pm 1,5 \text{ kg/mm}^2$.

Los dientes artificiales de cuatro capas Chroma-4 presentó una microdureza superficial promedio de $18,1 \pm 1,4 \text{ kg/mm}^2$.

Los dientes artificiales de cuatro capas Chroma-4 presentaron mayor microdureza superficial que los dientes artificiales de cuatro capas Duratone y Starplus.

Los dientes artificiales de cuatro capas presentaron diferentes valores de microdureza superficial, siendo estadísticamente significativa con un valor de $p < 0,05$; por tanto se confirmó la hipótesis planteada.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de estudios similares tomando en cuenta la comparación de microdureza superficial entre dientes artificiales de dos, tres y cuatro capas.

Considerar estudios respecto a la rugosidad de los dientes artificiales.

Se necesitan más estudios para aclarar mejor las propiedades de dientes artificiales, como por ejemplo, el comportamiento de estos dientes durante las pruebas de desgaste.

En el mercado extranjero existe mayor variedad de dientes artificiales mejorados con aditamentos y por ende presentan una buena microdureza superficial que podría ser introducida a nuestro mercado nacional; sin embargo posee un costo elevado y quizás no esté al alcance de la mayoría de pacientes.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Grando M., Pacheco L., Botega D., Hirakata L., Hilgert J. Artificial teeth: evaluation of wear resistance, microhardness and composition. RGO, Rev Gaúch Odontol, Porto Alegre. 2015; 63 (3): 263-270.
2. Brigagão C., Camargo P., Neisser P. Avaliação in vitro da resistência ao desgaste de dentes artificiais. Cienc. Odontol. Brasil. 2005; 8 (3): 55-63.
3. Coto S., Martinez A., Del Río J. Dientes artificiales de composite nanohíbrido: ¿una alternativa a los dientes convencionales?. Universidad Complutense de Madrid. Rev. Gaceta Dental 218. Madrid. 2010; 218: 130-147.
4. Pranithida K., Sirasa Y., Rojcharin C., Sroisiri T., Boonyanit T., Toemsak S. Wear resistance of a modified polymethyl methacrylate artificial tooth compared to five commercially available artificial tooth materials. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2015; 114:286-292.
5. Baptista R., Mendes G., Miranda M., Turssi C. Microhardness in pressing layers of prefabricated modified acrylic resin teeth. RGO, Rev Gaúch Odontol. 2014; 62(2): 143-8.
6. Zichao H., Hongmin Y., Linxia W. Wear behavior of seven artificial resin teeth assessed with three-dimensional measurements. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2014; 112: 1507-1512.
7. Mathew M., Shenoy K., Ravishankar KS. Mangalore. Vickers Hardness and Specific wear rate of Poly Propylene Reinforced PMMA. International Journal Of Scientific Study. Mangalore. 2014; 2(3): 71-5.
8. Rodrigues K., Bonfante G., Pegoraro L., Conti P., Oliveira P., Kaizer O. In Vitro wear Resistance of three Types Polymethyl Methacrylate Denture Teeth. Journal Appl Oral Sci. 2008; 16(3): 176-80.


9. Pinto D., Nunes F., Depes C. y Costa C. Avaliação comparativa da microdureza superficial de diferentes marcas de dentes artificiais. *Revista Fluminense de Odontologia*. 2013; 1 (39): 55-62.
10. Gagan K., In A. Comparison of Microhardness of Three Different Types of Acrylic Artificial Denture Teeth: An In Vitro Study. *Journal Of Orofacial Research*. 2013; 3(3): 181-5.
11. Rodrigues A., Vanzillotta P., Figueiredo C., Lima R., Rodrigues H., De Gouvea C. Avaliação in vitro da resistência à abrasão de dois dentes de resina acrílica melhorada utilizados na confecção de próteses removíveis. *Revista Brasileira de Odontologia*. 2011; 68(1): 25-8.
12. Suwannaroop P., Chaijareenont P. Kootathape N., Takahashi, Arksornnukit M. In vitro wear resistance, Hardness and elastic modulus of artificial denture teeth. *Dental Materials Journal*. 2011; 30 (4): 461-8.
13. Mallika S., Kamalakanth S. An In Vitro Analysis of Wear Resistance of Commercially Available Acrylic Denture Teeth. *J Indian Prosthodont Soc*. 2010; 10(3):149–153.
14. Lugo P., Barceló F. Resistencia al desgaste de dientes artificiales. *Revista Odontológica Latinoamericana*. 2009; 1(1): 3–6.
15. Carbone P, Copeddê A, Macedo A, Mattos M, Rodrigues R, Ribeiro R. Abrasion wear resistance of different artificial teeth opposed metal and composite antagonist. *J Appl Oral Sci*. 2009; 17(5): 451-6
16. Ghazal M, Steiner M, Kern M. Wear Resistance of Artificial Denture Teeth. *Int J Prosthodontics*. 2008; 21(2):166-8.
17. Arana B, Leal R, Sepúlveda W, García E. Neppelenbroek K. Evaluación de la dureza de dos marcas comerciales de dientes artificiales después de inmersos en diferentes alimentos líquidos. *Revista FOC*. 2007; 70(220): 26-32.

18. Kurzer M. Estudio Comparativo de Dureza en Dientes Artificiales Fabricados con Diferentes Tipos de Resina acrílicas. Revista EIA. 2006; 6: 121-8.
19. Assunção W, Tabata L, Nicolau E, Shiwac M, Dos Santos P. Avaliação in vitro da resistência à abrasão de diferentes dentes artificiais de resina armazenados en saliva artificial. Rev de Odontol UNESP. 2006; 35(4): 285-291.
20. Rodriguez K. Análise da microdureza superficial Knoop e da resistencia ao desgaste de dentes artificiais de resina acrílica. Tesis de Maestría. Universidad de São Paulo; 2005.
21. Junqueira L., Carneiro J. Histología Básica. 6ª ed. Barcelona: Masson S. A.; 2006.
22. Figún M., y Gariño R. Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. 10ª ed. Buenos Aires: El Ateneo ; 2007.
23. Dientes artificiales. BuenasTareas.
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Dientes-Artificiales/23657058.html>.
(último acceso 25 de Junio del 2017).
24. Macchi R. Materiales Dentales. 4ta ed. Argentina: Médica Panamericana; 2007.
25. Anusavice K. La ciencia de los materiales dentales. 11va ed. España: Elsevier; 2004.
26. Misch C. Prótesis dental sobre implantes. 1era ed. España: Elsevier Mosby; 2006.
27. Craig, O'Brien, Powers. Materiales dentales. Propiedades y manipulación. 6ª ed. Madrid: Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996.
28. E.C Combe. Notes on Dental Materials. 6ª ed. Estados Unidos: Churchill Livingstone; 1992.
29. Douglas, W.H. et al. Wear rates of artificial denture teeth opposed by natural dentition; 1933: 54: 43-7.

30. Coto S. Protocolo para el Estudio Clínico Experimental del desgaste de dientes de composite nanohíbrido (NHC). Trabajo de fin de Máster en Ciencias Odontológicas. Universidad Complutense de Madrid; 2011.
31. Ogle RE, David LJ, Ortman HR. Clinical wear study of a new tooth material: part II. J Prosthet Dent. ; 1985; 54(1):67-75.
32. Gómez de Ferraris M., Histología y embriología bucodental. Madrid: Panamericana; 1999.
33. Tauquino J. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.
34. Cova J. Biomateriales dentales. Actualidades Médico Odontológicas Latinas Bogota: Amolca.; 2004.
35. Nevárez A. Microdureza de tres tipos de composite fotopolimerizados con luz halógena y por diodoemision de luz. Tesis Doctoral. Universidad de Granada; 2007.
36. Toledano M. Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos. 1ra Ed. SL. Barcelona, España: Gráficas Mármol; 2003.
37. Philips R. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9na ed. México: Editorial Interamericana; 1993.
38. López C. Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio in vitro. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
39. Diccionario de la prótesis dental. 1era ed. Madrid: Colegio profesional de protésicos; 2000.
40. Diccionario de la Real Academia Española. 23ª ed. Madrid: Espasa; 2014.

X. ANEXOS.

Anexo 1: Ficha Técnica Duratone



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA TÉCNICA
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPFPT-003**

1 GENERALIDADES

Los dientes son cada una de las piezas implantadas en los huesos maxilares de los vertebrados, destinadas a sujetar y triturar el alimento aportando funcionalidad y estética dentro de la cavidad oral. Es así como los dientes de resina acrílica cumplen con el restablecimiento de la funcionalidad y estética, mediante la restauración total o parcial en prótesis removibles, o en prótesis fijas como puede ser el caso de las coronas provisionales.

Los dientes se clasifican en dos grupos: Clase I, corresponden a los dientes anteriores que van de canino a canino y Clase II, comprenden desde el primer premolar hasta el segundo molar, tanto en superiores como en inferiores.

Los posteriores pueden presentar variaciones en sus superficies oclusales así:

Molares con cúspides invertidas (0° grados): Dientes diseñados sin prominencias cúspides en las superficies masticatorias. Las superficies oclusales no son copia de las formas naturales, pero su diseño permite restablecer y satisfacer las necesidades de funcionalidad en los procesos masticatorios y de fonación. Esta consideración funcional es recomendada para pacientes de avanzada edad.

Molares Semi anatómicos (10 y 20 grados): Con una estrecha dimensión buco lingual ofrecen una alternativa intermedia en presentación estética y funcionalidad con respecto a los molares anatómicos y cúspides en grado cero.

Molares Anatómicos (33grados): Dientes artificiales muy parecidos a la forma anatómica de los dientes naturales no desgastados. Ideados para dentaduras completas de pacientes jóvenes, reducen la presión masticatoria en el área de soporte de la dentadura, ya que la profundidad de las fosas y la altura de las cúspides permiten una masticación mucho más eficaz y fisiológica.

Los posteriores de la línea cuatro capas pueden presentar variaciones de acuerdo al tipo de articulación en sus superficies oclusales así:


Articulación normal: En la articulación normal el análisis de perfil del arco vertical de los dientes anteriores muestra una línea de unión intervestibular, perpendicular al plano de oclusión.

Elaboración: 2011-03-07
Versión: 5.0

Elaborado por: Analista Diseño de Piezas Dentales
Aprobado por: Jefe Dpto Diseño y Desarrollo

Clase
E

Página
1 de 6





Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA TÉCNICA
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPFTPT-003**

Articulación Cruzada: En la articulación cruzada, el perfil muestra una mandíbula protruida. La línea de unión intervestibular forma un ángulo relativamente pequeño con relación al plano de oclusión.

2 INFORMACION COMPOSICIÓN QUÍMICA

- Poli (metacrilato de metilo).
- Etilenglicol dimetacrilato.
- Fluorescencia.
- Pigmentos.

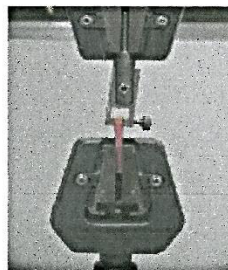
3 PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas de los dientes de resinas acrílicas se miden en el Laboratorio de Control de la Calidad, mediante la utilización de equipos especializados y calibrados, basados en la norma ISO 22112:2005.

Las propiedades físicas más relevantes son:



Máquina universal para ensayo de Resistencia y Módulo de flexión



Máquina universal para la prueba de Bonding.



Elaboración: 2011-03-07
Versión: 5.0

Elaborado por: Analista Diseño de Piezas Dentales
Aprobado por: Jefe Dpto Diseño y Desarrollo

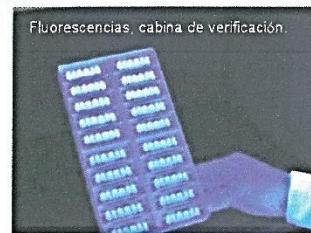
Clase
E

Página
2 de 6

**FICHA TÉCNICA
 DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
 DPFTPT-003**



Estéreo microscopio para pruebas de distorsión, blanqueo y agrietamiento, y porosidad.



Fluorescencias, cabina de verificación.

4 USOS Y APLICACIONES

Los dientes de resina acrílica son dispositivos diseñados para reemplazar la pérdida de una o un gran número de piezas dentales. Los dientes acrílicos tienen una amplia variedad de tonos y diferentes formas que se pueden adaptar a la fisionomía de cada paciente.

Los dientes acrílicos de New Stetic se clasifican en líneas según sus capas: 1 capa, 2 capas, 3 capas y 4 capas con las siguientes características:

- Amplia variedades de referencias de formas y colores.
- Los moldes para la fabricación de los dientes aseguran una excelente reproducción de la morfología y anatomía de los dientes naturales, lo que permite una reproducción de la oclusión del paciente según lo determine su diagnóstico.
- Amplia variedad de articulaciones en posteriores como 0°, 10°, 20° y 33°. Las articulaciones cruzada y normal, satisfacen las necesidades de los pacientes con retrognatismo, prognatismo o mordida normal
- Tienen dureza, durabilidad y funcionalidad excepcionales.
- Aspecto natural, gracias a la morfología y mezcla de múltiples capas de colores.
- Son biocompatibles con los tejidos bucales.





Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

FICHA TÉCNICA DIENTES DE RESINA ACRÍLICA DPFTPT-003

- Se reproducen los matices y tonalidades translúcidas que le dan vitalidad a los dientes artificiales, que se utilizan en las restauraciones dentales.
- La reproducción de colores de los dientes anteriores es similar en los dientes posteriores.
- Los dientes de la línea de cuatro capas poseen cuellos más oscuros que contrastan con su cuerpo, de la misma forma que la raíz de un diente natural cuando es más oscura que su corona.
- Composición química que asegura la unión química y física con la base de dentadura.
- Los dientes de resina acrílica tienen gran facilidad de adaptación.
- Son altamente resistentes a la ruptura.
- La capacidad para unirse a las resinas termopolimerizables para bases de dentaduras, permite un mayor tiempo de vida útil de las prótesis en la boca del paciente.
- Permiten restablecer la funcionalidad y estética del paciente.

5 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Los Dientes de resinas Acrílicas se fabrican con materias primas de altísima calidad y a través de un proceso productivo totalmente estandarizado y certificado bajo ISO 9001:2008 e ISO 13485:2003. Además, en el Laboratorio de Control de la Calidad, se chequea el cumplimiento de los requerimientos de la norma ISO 22112:2005 para el producto terminado, por medio de equipos especializados.

Acabado de la Superficie: Después de la elaboración de una prótesis mediante el sistema térmico convencional o por microondas, las piezas dentarias tienen la capacidad de recuperar el brillo que tenían inicialmente en la plaqueta de presentación, haciendo una abrasión a la superficie de los dientes.

Unión a la Base: Los dientes de resinas acrílicas y la resina para base de dentadura Veracril®, presentan una unión química.

Estabilidad Dimensional: Es la resistencia a la contracción o expansión de la pieza dentaria durante la elaboración de la prótesis, cuando se somete a cambios de temperatura para que se lleve a cabo la polimerización. El cambio dimensional no debe exceder en $\pm 2,0$ %.



Elaboración: 2011-03-07
Versión: 5.0

Elaborado por: Analista Diseño de Piezas Dentales
Aprobado por: Jefe Dpto Diseño y Desarrollo

Clase
E

Página
4 de 6



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA TÉCNICA
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPFTPT-003**

Comparación con la Guía de Colores: El central superior izquierdo de los juegos de dientes anteriores, debe coincidir con la guía de colores suministrada por el fabricante.

Inspección y Conformidad con la Carta de Moldes: Los dientes de resinas acrílicas comparados dimensionalmente con los valores de la carta de moldes, no deben exceder en $\pm 5\%$.

Resistencia al Blanqueo, Distorsión o Agrietamiento (Crazing): Después de haber sometido las piezas dentarias a cambios térmicos y llevadas a una solución de monómero, estas no deben presentar blanqueo, distorsión o resquebrajamiento al ser observadas en un estéreo microscopio.

Porosidad y Otros Defectos: Los dientes no deben presentar poros u otro tipo de defectos, cuando se les hace un corte y se observan en estéreo microscopio aumentando la imagen 10 veces.

Fluorescencia: Los dientes de resinas acrílicas deben tener fluorescencia.

6 INSTRUCCIONES DE USO

- Después del enfilado de los dientes y lavado de cera se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones antes de colocar la resina acrílica:
- Se hace el lavado de cera tradicional eliminando en su totalidad la cera que esta adherida a los dientes
- Los dientes deben estar completamente limpios en el momento de colocar la resina base de dentadura sin residuos de detergente, ya que este impide la unión química entre la resina base de dentadura y el diente.
- En la aplicación del separador de yeso (Novafoil) no se debe tocar en ningún momento los dientes de resina acrílica para asegurar su unión.



Elaboración: 2011-03-07
Versión: 5.0

Elaborado por: Analista Diseño de Piezas Dentales
Aprobado por: Jefe Dpto Diseño y Desarrollo

Clase
E

Página
5 de 6



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA TÉCNICA
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPFTPT-003**

- Los dientes de resina acrílica (Polimetilmetacrilato), deben ser trabajados con resina acrílica para base de dentadura de igual componente para garantizar su unión química, sin la necesidad de retenciones mecánicas (diatóricos).
- No se deben realizar retenciones mecánicas, ya que esto deteriora las características de tonalidad de los dientes.
- No sumergir los dientes con solventes, esto afecta las propiedades físicas de los dientes, produciendo microfracturas no detectables a simple vista, sino a través de un estéreo microscopio.

7 PRESENTACIONES COMERCIALES

Línea de una capa: Bioeco.

Línea de dos capas: Newcryl®, Coral®, Splendid®, Ultradent®, Nordent®, Biodent®, T-Real®, Olympic®, Alfalux®, Super C®, Superdent®, New Shade Plus®, Dual Form V®, Olympic® Plus

Línea de tres capas: Tiziano®, Image® APN

Línea de cuatro capas: Duratone-n®; Stein Vit®

Presentaciones:

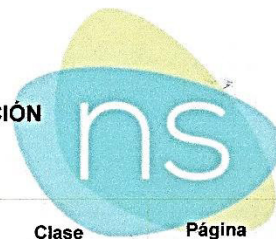
Caja de 20 juegos por 6 u 8 unidades.
Caja de 12 juegos por 14 piezas.
Caja de 10 juegos por 6 u 8 unidades.
Caja de 6 juegos por 28 piezas.
Presentación individual por 6,8, 14 ó 28 unidades

8. TIEMPO DE VIDA ÚTIL EN ESTANTE

No requiere según legislación Colombiana vigente.

9. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y PRESERVACIÓN

Lugar fresco y seco a una temperatura no mayor que 40 °C.



Elaboración: 2011-03-07
Versión: 5.0

Elaborado por: Analista Diseño de Piezas Dentales
Aprobado por: Jefe Dpto Diseño y Desarrollo

Clase
E

Página
6 de 6

Anexo 2: Ficha de Seguridad Duratone



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

FICHA DE SEGURIDAD DIENTES DE RESINA ACRÍLICA DPDDFS-001

1 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

- 1.1 Nombre químico: No aplica.
- 1.2 Nombre genérico: Dientes de resina acrílica.
- 1.3 Sinónimos: Dientes acrílicos, dientes artificiales de resina acrílica, dientes de resina sintética.
- 1.4 Uso recomendado y restricciones de uso del producto: Producto destinado para la elaboración de prótesis dentales parciales o totales.
- 1.5 Número de emergencia: En caso de emergencia comuníquese con la Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo al (57 4) 403 87 60, ext. 1304, 1306.

2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

2.1 Clasificación GHS:

Salud	Medio ambiente	Físicos
No peligroso	No peligroso	No peligroso

2.2 Etiquetado GHS:

Símbolo	Palabra de advertencia	Indicación del peligro
Ninguno requerido	Ninguno requerido	Ninguno requerido

- 2.3 Indicaciones de precaución: No aplica
- 2.4 Apariencia en caso de emergencia: Generación de vapores por encima de 250°C (482°F), producto de su descomposición.
- 2.5 Efectos adversos potenciales para la salud: Ninguno.
- 2.6 NFPA: Salud = 0, inflamabilidad = 0, reactividad = 0.

3 INFORMACIÓN DE COMPOSICIÓN

COMPONENTES PELIGROSOS		
Nombre común	Concentración	Número CAS
Ninguno	Ninguno	Ninguno

COMPONENTES NO PELIGROSOS		
Nombre común	Concentración	Número CAS
Polimetacrilato de metilo	Secreto industrial	9011-14-7
Etilenglicol dimetacrilato	Secreto industrial	97-90-5
Pigmentos	Secreto industrial	N.A
Aditivo fluorescente	Secreto industrial	658084-50-5

Elaboración: 2009-09-04
Versión: 6

Elaborado por: Analista de Diseño y Desarrollo
Aprobado por: Coordinador de Seguridad y Salud en el trabajo

Clase E
Página 1 de 5



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA DE SEGURIDAD
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPDDFS-001**

4 MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

- 4.1 Procedimientos de emergencia y primeros auxilios en caso de:
- Inhalación: En caso de irritación, trasladar a la víctima al aire fresco.
 - Contacto con los ojos: Limpiar los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente. Si los síntomas persisten, consulte a un médico.
- 4.2 Contacto con la piel: No hay implicaciones asociadas.
- 4.3 Ingestión: No hay implicaciones asociadas.
- 4.4 Síntomas/efectos más importantes (agudos y/o retardados): Este producto es un polímero sólido no peligroso. El polvo generado por el pulido puede causar irritación en ojos o las vías respiratorias.
- 4.5 Antídoto: No aplica.
- 4.6 Información para médicos: No aplica.

5 MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

- 5.1 Propiedades de inflamabilidad: Material no Inflamable.
- 5.2 Medios de extinción: Agua.
- 5.3 Instrucciones para combatir el fuego: Utilice equipo de respiración autónoma y ropa de seguridad.

6 MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

- 6.1 Técnicas, procedimientos, materiales y equipo de protección en caso de:
- 6.2 - Derrames pequeños: Recoger manualmente
- 6.3 - Derrames grandes: Barrer y recoger manualmente
- 6.4 Precauciones ambientales: No se requieren medidas especiales, sin embargo, tener en cuenta la condiciones requeridas por las autoridades locales y nacionales.
- 6.5 Otras consideraciones: Ninguna

7 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

- 7.1 Manejo: No se requieren condiciones especiales de manipulación.
- 7.2 Almacenamiento: Lugar fresco y seco a una temperatura no \geq de 40C°.

8 CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL



Elaboración: 2009-09-04
Versión: 6

Elaborado por: Analista de Diseño y Desarrollo
Aprobado por: Coordinador de Seguridad y Salud en el trabajo

Clase Página
E 2 de 5



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA DE SEGURIDAD
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPDDFS-001**

- 8.1 Condiciones para controlar la exposición: No se requieren controles específicos.
- 8.2 Controles de ingeniería: Asegurar suficiente ventilación / aspiración en el puesto de trabajo.
- 8.3 Equipo de protección personal: No se requieren equipos específicos. Use una máscara con filtro de partículas en el caso de la generación de polvo y gafas de seguridad, si se pulen los dientes
- 8.4 Parámetros de exposición: No aplica.

9 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL PRODUCTO

- Apariencia: Similar a un diente natural. Color desde blanco hasta café oscuro. Traslúcido, emite fluorescencia bajo luz ultravioleta.
- Olor: Inodoro.
- Umbral de olor: No determinado.
- pH: No aplica.
- Presión de vapor: No aplica.
- Densidad de vapor: No aplica.
- Velocidad de evaporación: No aplica.
- Punto de congelación o fusión: (especificar cuál): No aplica.
- Punto de ebullición: No determinado.
- Solubilidad en agua: Insoluble.
- Gravedad específica o densidad: No determinada.
- Punto de inflamación o límite de explosividad: No aplica.
- Temperatura de auto-ignición: Sin determinar.
- Temperatura de descomposición: Sin determinar.
- Viscosidad: No aplica.
- Coeficiente de reparto octanol / agua: No aplica.

10 ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

- 10.1 Estabilidad química: Estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manipulación.
- 10.2 Posibilidad de reacciones peligrosas: No se conocen reacciones peligrosas
- 10.3 Condiciones a evitar: Temperaturas superiores a 60 °C (140 °F).
- 10.4 Incompatibilidad con otros materiales: Contacto con solventes orgánicos y monómeros de metil metacrilato y sus derivados.
- 10.5 Productos de descomposición peligrosos: Ninguno.

Elaboración: 2009-09-04
Versión: 6

Elaborado por: Analista de Diseño y Desarrollo
Aprobado por: Coordinador de Seguridad y Salud en el trabajo

Clase E
Página 3 de 5



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA DE SEGURIDAD
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPDDFS-001**

10.6 Polimerización peligrosa: Ninguno en condiciones normales de almacenamiento y uso

11 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Posibles vías de exposición: Si los dientes se pulen, el polvo puede irritar las vías respiratorias

11.2 Toxicidad aguda: No hay implicaciones serias para la salud.

11.3 Toxicidad crónica: No hay implicaciones serias para la salud.

11.4 Otra información: Ninguna.

12 INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1 Ecotoxicidad: No hay datos disponibles.

12.2 Persistencia y degradabilidad: No hay datos disponibles.

12.3 Potencial de bioacumulación: No se acumula perceptiblemente en el organismo.

12.4 Movilidad en el suelo: No hay datos disponibles.

12.5 Otros efectos adversos: No se esperan efectos adversos

13 CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Recicle si es posible. No arrojar a cuerpos de agua. Observe las regulaciones locales aplicables vigentes.

ADVERTENCIA: ¡Las leyes, regulaciones y restricciones locales pueden cambiar o ser reinterpretadas, y diferir de las nacionales, por lo que las consideraciones de disposición del material y su empaque, pueden variar con respecto a las consignadas en este documento

14 INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

14.1 Material peligroso: Ninguno.

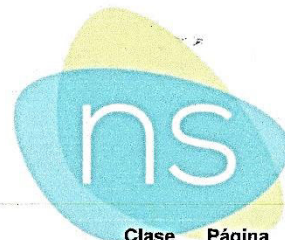
14.2 Clase de riesgo: Ninguno.

14.3 Número UN: No disponible.

14.4 Clasificación IATA: Material no peligroso.

14.5 Grupo de embalaje: Ninguno.

14.6 Contaminante marino (Si/No): No.



Elaboración: 2009-09-04
Versión: 6

Elaborado por: Analista de Diseño y Desarrollo
Aprobado por: Coordinador de Seguridad y Salud en el trabajo

Clase E
Página 4 de 5



Dirección: Cra. 53 N° 50-09
Guarne (Antioquia) COLOMBIA.
Teléfono: (574) 550 00 00
Fax: (574) 551 31 34

**FICHA DE SEGURIDAD
DIENTES DE RESINA ACRÍLICA
DPDDFS-001**

15 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

- 15.1 En Colombia: No aplica.
- 15.2 Internacional: De conformidad con las regulaciones de la CEE. Según las listas de la CE y las directrices de la CEE/Reglamento sobre sustancias peligrosas el producto no requiere etiquetado.

16 OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

La información consignada en este documento se basa en nuestro conocimiento actual y se da de buena fe, pero no se da garantía expresa o implícita, ni se asume ninguna responsabilidad por el manejo inadecuado del material.

El presente documento está elaborado acorde con el Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals – GHS (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos).



Elaboración: 2009-09-04
Versión: 6

Elaborado por: Analista de Diseño y Desarrollo
Aprobado por: Coordinador de Seguridad y Salud en el trabajo

Clase E
Página 5 de 5

Anexo 3: Ficha Técnica de Starplus

	FICHA TECNICA DIENTES EN RESINA ACRILICA STARPLUS	CODIGO: DA-PR-12
		VERSION: 01
		01 oct 2013
		Página 1 de 3

1. COMPOSICION:

MATERIAL	PORCENTAJE EN PESO (% p/p)	
	MIN	MAX
Resina acrílica transparente	99.2	99.8
Acido metacrílico metil ester	0.33	0.43
Etilen glicol dimetacrilato	0.032	0.042
Álcali derivado del ácido tereftálico	0.01	0.02
N, N dimetil P-toluidina	0.0065	0.0075
Dioxido de titanio	0.000045	0.000054
Oxidos de hierro	0.0000105	0.000013

2. INDICACIONES:

Al utilizar los dientes acrílicos, según sus formas y tamaños, se deben seguir las posibilidades de uso:

- Dientes en resina acrílica para prótesis dental *total*
- Dientes en resina acrílica para uso parcial.
- Dientes en resina acrílica para prótesis con antagonista natural.
- Dientes en resina acrílica para prótesis con antagonista prótesis.
- Dientes en resina acrílica para prótesis temporal.

3. INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES:

Después del enfilado de los dientes y lavado de cera se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones antes de colocar la resina acrílica:

- Los procedimientos de manipulación e instalación deben ser realizados por una persona competente, por ejemplo un técnico dental.

	FICHA TECNICA DIENTES EN RESINA ACRILICA STARPLUS	CODIGO: DA-PR-12
		VERSION: 01
		01 oct 2013
		Página 2 de 3

- Para asegurar una unión adecuada a la base de la dentadura, elimine la cera adhesiva de los dientes con agua caliente que contenga alguna clase de detergente. Elimine el detergente con agua caliente abundante.
- En la aplicación del separador de yeso no se debe tocar en ningún momento los dientes de resina acrílica para asegurar su unión.
- Los dientes de resina acrílica deben ser trabajados con resina acrílica para base de dentadura de igual componente para garantizar su unión química además se debe realizar retención mecánica (diatóricos).
- Concientizar al paciente para que adopte las medidas de higiene adecuadas.

4. PRECAUCIONES:

- Al realizar retenciones mecánicas se puede afectar la tonalidad de los dientes.
- Los dientes deben estar completamente limpios en el momento de colocar la resina base de dentadura sin residuos de detergente o de cera ya que impide la unión química entre la resina base de dentadura y el diente.
- No sumergir los dientes en álcali, ácidos u otras sustancias que puedan dañar los materiales acrílicos. Esto puede afectar las propiedades físicas de los dientes produciendo microfracturas no detectables a simple vista, sino a través de un estereó microscopio.
- El producto debe ser almacenado en el empaque original, no exponer directamente a la luz ni a temperaturas extremas, conservar preferiblemente en ambiente seco.
- El producto debe ser liberado de agentes contaminantes antes de ser colocado al paciente.
- Este producto no contiene sustancias clasificadas como peligrosas según directiva 67/548/EEC.
- El acabado genera polvo clasificado como "no clasificable de otra manera". No inhalar, usar protección adecuada.

5. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DIENTE ACRILICO:

CRITERIO DE EVALUACION	ESPECIFICACION DE ACEPTACION	NORMA REF.	RANGO DE ACEPTACION
Dureza (De indentación) (daN/mm2)	No menor a 15.0 daN/mm2	-	17 - 22
Color	No presentar diferencia perceptible visualmente con la guía de colores.	ISO 22112 – NTC 5810	SIN DIFERENCIA
Fluorescencia	El diente acrílico debe tener fluorescencia al tener contacto con la luz de la lámpara de neón.	-	PRESENTE

	FICHA TECNICA DIENTES EN RESINA ACRILICA STARPLUS		CODIGO: DA-PR-12
			VERSION: 01
			01 oct 2013
			Página 3 de 3
Estabilidad del color	<i>Ningún cambio de color al mantenerse en agua a 37°C por 24 horas</i>	ISO 22112 – NTC 5810	ESTABLE
Distorsión	<i>Ningún cambio en la forma al mantenerse en agua en ebullición por tres horas.</i>	ISO 22112 – NTC 5810	SIN CAMBIO
<i>Resistencia al agrietamiento superficial</i>	<i>Resistencia antes y después de someterse en agua en ebullición por tres horas al monómero</i>	ISO 22112 – NTC 5810	RESISTENTE
Porosidad	<i>Al ser seccionados no presentan porosidades (Observados a 10X)</i>	ISO 22112 – NTC 5810	SIN POROS
Resistencia a solventes	<i>La muestra no se ve afectada al ser sumergida en monómero durante 5 seg. Sin presentar agrietamientos</i>	ISO 22112 – NTC 5810	ACEPTABLE
<i>Resistencia a líquidos auto</i>	<i>La muestra no se ve afectada al ser sumergida en monómero durante 5 horas</i>	-	ACEPTABLE

NTC 5810 Odontología. Dientes Artificiales para Prótesis Dentales.
ISO 22112:05. Odontología. Dientes artificiales para prótesis dentales.

6. DISPOSICION FINAL DEL PRODUCTO

Eliminar como desechos de acuerdo a las leyes locales existentes. Tanto el producto como los materiales de empaque no aparecen listados en el Inventario de Residuos Peligrosos (Hazardous Waste Inventory) 91/689/CEE

Revisado	Aprobado
Nombre: Mónica Moreno Casafús Dir. Técnico y de Calidad	Nombre: Alberto Muñoz Asesor

Anexo 4: Cartilla 1 de Chroma-4

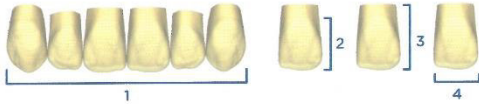
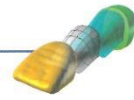


Chroma-4

Dentes Premium com 4 Camadas



Formas



Escala de Cores

A1	A2	A3	A3,5	B2	C1	D2
1A	2A	3A	4A	2B	1D	



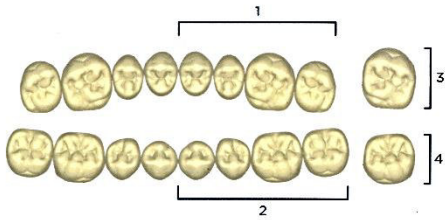
TABELA DE ARTICULAÇÃO *

INCISIVOS SUPERIORES	INCISIVOS INFERIORES	MOLARES
ES 3	EI 2	ED 2
ES 5	EI 4	ED 2-ED 4
ES 8	EI 4-EI 5	ED 4
ES 10	EI 7	ED 4-ED 6
ES 12	EI 5-EI 7	ED 4
ES 15	EI 7-EI 9	ED 4-ED 6
ES 17	EI 9	ED 6
ES 18	EI 7-EI 9	ED 6

* Variações dos casos clínicos e tipos de montagens podem necessitar de combinações diferentes das sugeridas.

Chroma-4

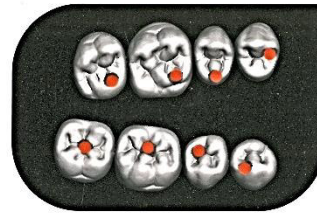
Dentes Premium com 4 Camadas



Molares anatômicos muito semelhantes aos dentes naturais.

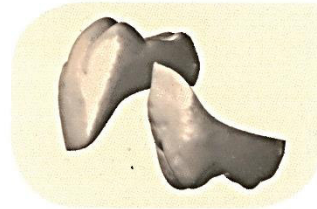
VANTAGENS

- A oclusão dente a dente reduz os pontos de contato diminuindo os traumas nas estruturas subjacentes à prótese.
- Dentes anatômicos com angulação de 45 graus aumentam a eficiência mastigatória.
- A redução dos contatos entre dentes antagonistas facilita a montagem e a obtenção do equilíbrio oclusal.



CARACTERÍSTICAS

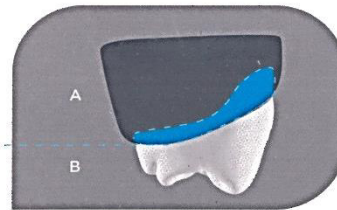
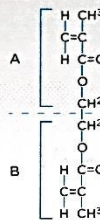
- Pode ser montado também no esquema oclusal convencional (Gnatológico).
- Facilidade na obtenção das curvas de Spee e Wilson.
- O formato especial na região interna da cervical simplifica a montagem, evitando grandes desgastes da resina do dente.



TECNOLOGIA

- O emprego de PMMA como base da resina garante a perfeita união entre os dentes e a base da prótese, eliminando a percolação ou o desprendimento dos dentes.
- Resistência a abrasão: Cadeias com DCL (Duplas Ligações Cruzadas) e o alto peso molecular da resina garantem elevada resistência e durabilidade para a prótese.
- Elasticidade da resina: Os dentes com resina de PMMA possuem elasticidade que permitem suportar a carga mastigatória sem trincas ou fraturas.

Moléculas de PMMA



Adesão química entre o dente e a base da prótese.

Anexo 5: Cartilla 2 de Chroma-4



Os verdadeiros dentes
ITALIANOS voltaram ao
BRASIL, agora para ficar.

Chroma-4			4 camadas
Acrymat			3 camadas
Nobile-2			2 camadas premium
Duo-Bon			2 camadas

Dentes acrílicos para Próteses Totais, Removíveis e Parciais
NOVA DFL/ RUTHINIUM

 | 

O estado da arte na fabricação de dentes artificiais incorpora três fundamentos:



KNOW-HOW:

- Competência comprovada pela experiência mundial do **Ruthinium Group - Itália** na fabricação de dentes;
- Inovação, habilidade e eficiência.

TECNOLOGIA DE PONTA NA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO:

- Utilização das mais avançadas soluções através do uso de ferramentas CAD/CAM para a confecção de moldes anatomicamente perfeitos;
- Utilização de metais nobres na confecção dos moldes;

RESINA DE ALTO PESO MOLECULAR, QUE PROPORCIONA:

- Excepcional dureza;
- Excelente resistência à abrasão;
- Alta estabilidade de cores;
- Ótima resistência de adesão à placa.

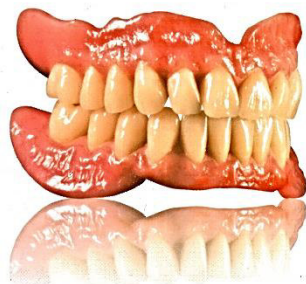
Vantagens:

ESTÉTICA:

- Textura e caracterização que oferecem uma total naturalidade à prótese;
- Translucidez, opalescência e fluorescência equivalentes as do dente natural;

ANATOMIA:

- A oclusão dente a dente reduz os pontos de contato, limitando traumas nas estruturas subjacentes a prótese;
- A redução dos contatos entre dentes antagonistas reduz a possibilidade de stress muscular.



A tecnologia de última geração no sistema CAD/CAM garante a precisão e qualidade das matrizes, resultando em dentes com exatidão nos detalhes e nas proporções anatômicas.



Visão em 3D do colo e dentina.



Camada adesiva para reforçar a união entre dentina e esmalte.



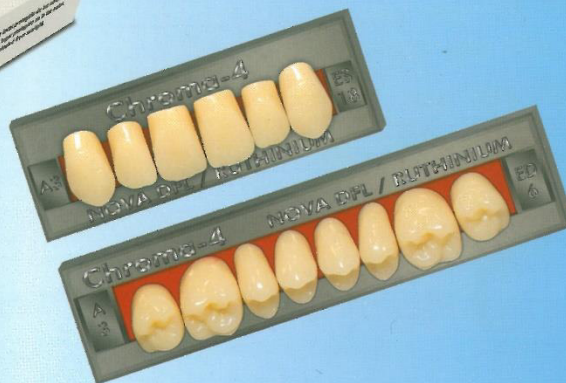
Esmalte.



Composição em 3D das camadas.

Chroma-4

Dentes de 4 camadas
Fabricados em 13 cores e 19 modelos



Acrymat

Dentes de 3 camadas
Fabricados em 07 cores e 42 modelos



Nobile-2

Dentes de 2 camadas - premium
Fabricados em 15 cores e 33 modelos



Duo-Bon

Dentes de 2 camadas
Fabricados em 08 cores e 33 modelos



Imagens meramente ilustrativas.

Rev. 0

novadfl.com.br



Seu sorriso
em boa
companhia

Anexo 6: Ficha de Recolección de Datos

FICHA DE TRABAJO
GRUPO DIENTES ARTIFICIALES DE CUATRO CAPAS DURATONE

FICHA DE TRABAJO

Dientes Artificiales Duratone	MUESTRA	1° INDENTACION	2° INDENTACION	3° INDENTACION	PROMEDIO
	1	13	11	12	12
	2	13	12	12	12,33
	3	12	12	13	12,33
	4	11	11	12	11,33
	5	10	10	11	10,33
	6	12	12	11	11,66
	7	12	13	13	12,66
	8	13	13	12	12,66
	9	11	11	13	11,66
	10	13	12	10	11,66
	11	11	13	12	12,00
	12	11	13	13	12,33
	13	12	13	10	11,66
	14	12	13	12	12,33
15	10	13	11	11,33	

GRUPO DIENTES ARTIFICIALES DE CUATRO CAPAS STARPLUS

FICHA DE TRABAJO

Dientes Artificiales Starplus	MUESTRA	1° INDENTACION	2° INDENTACION	3° INDENTACION	PROMEDIO
	1	15	14	15	14,66
	2	13	16	14	14,33
	3	16	15	15	15,33
	4	14	14	15	14,33
	5	12	13	15	13,33
	6	14	12	15	13,66
	7	15	16	11	14,00
	8	13	15	10	12,66
	9	14	15	12	13,66
	10	13	12	15	13,33
	11	16	13	15	14,66
	12	14	16	14	14,66
	13	17	19	17	17,66
	14	14	15	15	14,66
15	19	17	18	18,00	

GRUPO DIENTES ARTIFICIALES DE CUATRO CAPAS CHROMA-4

Dientes Artificiales Chroma-4	MUESTRA	1° INDENTACION	2° INDENTACION	3° INDENTACION	PROMEDIO
	1	17	18	17	17,33
	2	17	16	18	17,00
	3	17	18	17	17,33
	4	17	18	18	17,66
	5	18	17	17	17,33
	6	18	16	19	17,66
	7	19	19	18	18,66
	8	20	17	16	17,66
	9	22	24	22	22,66
	10	20	17	18	18,33
	11	18	19	17	18,00
	12	19	19	18	18,66
	13	18	17	17	17,33
	14	18	18	19	17,33
15	19	19	18	18,66	

Anexo 7: Microdurómetro Vickers



Figura 1: Microdurómetro Vickers marca LEITZ (WTZLAR), Germany Mod. 626449




Figura 2: Pesa utilizada de 100g.



Figura 3: Paralelizador de muestras.

Anexo 8: Informe Técnico de la Universidad Nacional de Ingeniería- Laboratorio de Mecánica N° 4




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Mecánica N° 4

INFORME TECNICO
 Lb4-0881-2017

**ENSAYO DE MICRODUREZA SUPERFICIAL
 DE DIENTES ARTIFICIALES**

SOLICITANTE : **LOURDES VANESSA CONDORI LARICO**
 REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 103561
 FECHA : Lima, 08 de Mayo de 2017

1.	ANTECEDENTES	Se recibió cuarenta y cinco (45) muestras de dientes artificiales, con la finalidad de realizarles ensayos de microdureza superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	Se identificó según el Cliente, como: Cuarenta y cinco (45) muestras de dientes artificiales de cuatro capas, según los grupos: Grupo 1: Quince (15) dientes artificiales con Duratone Grupo 2: Quince (15) dientes artificiales con Star Plus Grupo 3: Quince (15) dientes artificiales con Chroma-4 TESIS : "MICRODUREZA SUPERFICIAL EN DIENTES ARTIFICIALES DE CUATRO CAPAS"
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> • Durómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 21 °C H.R. : 84 %



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú
 Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / Email: laboratorio_4@outlook.com

Pág. 1 de 3



RESULTADOS

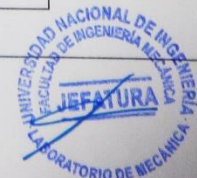
5.1 Ensayo de microdureza superficial en probetas del grupo 1

MUESTRA	LECTURAS (HV)			PROMEDIO (HV)
	1	2	3	
1	13	11	12	12
2	13	12	12	12,33
3	12	12	13	12,33
4	11	11	12	11,33
5	10	10	11	10,33
6	12	12	11	11,66
7	12	13	13	12,66
8	13	13	12	12,66
9	11	11	13	11,66
10	13	12	10	11,66
11	11	13	12	12,00
12	11	13	13	12,33
13	12	13	10	11,66
14	12	13	12	12,33
15	10	13	11	11,33

5.

5.2 Ensayo de microdureza superficial en probetas del grupo 2

MUESTRA	LECTURAS (HV)			PROMEDIO (HV)
	1	2	3	
1	15	14	15	14,66
2	13	16	14	14,33
3	16	15	15	15,33
4	14	14	15	14,33
5	12	13	15	13,33
6	14	12	15	13,66
7	15	16	11	14,00





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Mecánica N° 4

Lb4-0881-2017

8	13	15	10	12,66
9	14	15	12	13,66
10	13	12	15	13,33
11	16	13	15	14,66
12	14	16	14	14,66
13	17	19	17	17,66
14	14	15	15	14,66
15	19	17	18	18,00

5.3 Ensayo de microdureza superficial en probetas del grupo 3

MUESTRA	LECTURAS (HV)			PROMEDIO (HV)
	1	2	3	
1	17	18	17	17,33
2	17	16	18	17,00
3	17	18	17	17,33
4	17	18	18	17,66
5	18	17	17	17,33
6	18	16	19	17,66
7	19	19	18	18,66
8	20	17	16	17,66
9	22	24	22	22,66
10	20	17	18	18,33
11	18	19	17	18,00
12	19	19	18	18,66
13	18	17	17	17,33
14	18	18	19	17,33
15	19	19	18	18,66

* Código de autenticación : NCDIXJT DDNCMIXYT CBOE UEIU



ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA
CIP. 74236
Jefe del Laboratorio de Mecánica

Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / ✉ Email: laboratorio_4@outlook.com

Anexo 9: Muestras sometidas a Ensayo de Indentación



Figura 4: 15 Muestras de la marca Duratone



Figura 5: 15 Muestras de la marca Starplus



Figura 6: 15 Muestras de la marca Chroma-4



Figura 7: Tesista observando indentación

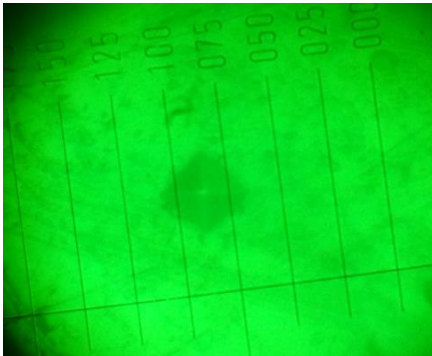


Figura 8: Diagonales de la indentación