

ESTUDIO COMPARATIVO DE DUREZA EN DIENTES ARTIFICIALES FABRICADOS CON DIFERENTES TIPOS DE RESINAS ACRÍLICAS

MELISSA KURZER*

RESUMEN

Existen en el mercado dientes artificiales a base de resina acrílica convencional, compuesta o IPN (interpenetrating polymer network). Cuando se comparan los dientes de resina acrílica con los dientes naturales, puede observarse que existe una diferencia significativa en algunas de sus propiedades. Una de estas es la dureza. En el presente proyecto, se comparó la dureza superficial Knoop de dientes acrílicos fabricados con diferentes tipos de resinas a base de PMMA (polimetilmetacrilato), con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre ellos (ANOVA $p < 0.05$) y establecer si el tipo de resina acrílica empleada puede ser una alternativa para el mejoramiento de dicha propiedad en los dientes artificiales, de forma que sea más similar a la de los dientes naturales. Como resultado, se encontró que los dientes artificiales fabricados con resinas microrrellenas 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).

PALABRAS CLAVE: dientes artificiales; dureza Knoop; resina acrílica; PMMA.

ABSTRACT

There are available artificial teeth made of three types of acrylic resin: conventional, IPN (interpenetrating polymer network) and composite. When the properties of these acrylic teeth are compared with the natural ones, a significant difference in the properties is observed, for instance, their hardness. In this project the superficial Knoop hardness of acrylic teeth made of different type of PMMA acrylic resin was compared. The purpose was to determine whether exists a significant difference between them and whether the type of acrylic resin used could be an alternative for improving the hardness of these implants. As a result, it was found that the teeth made of microfilled composite acrylic have more hardness than the ones made of conventional or IPN acrylic resin. Despite of this, they still have a very small hardness value when compared with the natural teeth (enamel 270-350 KHN and dentin 50-70 KHN).

KEYWORDS: artificial teeth; Knoop hardness; acrylic resin; PMMA.

* Ingeniera Biomédica, EIA-CES; estudiante de Maestría de Ingeniería de Nuevos Materiales, Universidad Pontificia Bolivariana. Retina S. A.melgui@excite.com

1. INTRODUCCIÓN

Las resinas acrílicas son polímeros muy utilizados en odontología restaurativa, gracias a su fácil manipulación, bajo costo y excelente biocompatibilidad. Se emplean en la fabricación de dientes artificiales, en bases de prótesis y como sellantes de puntos y fisuras¹. En el caso particular de los dientes artificiales, comenzaron a utilizarse a partir de 1937 como reemplazo de la vulcanita. La materia prima básica empleada para la fabricación de los dientes era el polimetilmetacrilato, que consistía en la unión rectilínea, mediante enlaces covalentes, de moléculas de metacrilato de metilo¹. Los dientes se fabricaban por moldeo a alta temperatura. Algunas de sus ventajas eran: unión química a la base de la prótesis, apariencia más natural, mayor resistencia al impacto y a la flexión. Sin embargo, presentaban las desventajas de ser poco resistentes al desgaste y no presentaban estabilidad de color^{2,3,4,5}.

En la década de los 50, se presentó un gran avance en la producción de los dientes artificiales merced al desarrollo de los agentes entrecruzantes (se empleaban moléculas de dimetacrilato de etilenglicol). Gracias a este agente, la estructura de la resina se transformó de lineal a ramificada y, como resultado, los dientes presentaban mayor resistencia al desgaste. Actualmente, sigue empleándose este tipo de resina acrílica y recibe el nombre de *convencional*^{1,2,4}.

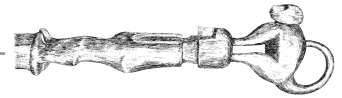
Más tarde, comenzaron a generarse por parte de las empresas fabricantes diferentes tipos de dientes artificiales, variando la cantidad de agente entrecruzante y la combinación de diferentes tipos de polímeros. Dentro de los cambios de mayor impacto, se debe mencionar el surgimiento de resinas acrílicas con cadenas poliméricas interpenetradas (IPN). Una de las industrias pioneras en el manejo de este concepto es Dentsply Internacional Inc. que a finales de los 80 sacó al mercado el diente Trubyte Bioform IPN. Las resinas IPN son estructuras que se forman cuando un polímero es entrecruzado en el interior de una red tridimensional ocupada por un segundo

polímero entrecruzado. Así, ambos coexisten en un mismo volumen, atrapado físicamente uno dentro del otro y no pueden ser disociados sin que ocurra una ruptura de los enlaces químicos^{2,4,6}.

En la misma época, surgió un nuevo material para la fabricación de dientes artificiales: la *resina compuesta* con rellenos inorgánicos^{2,7,8}. Tales materiales pueden clasificarse, según el tamaño de las partículas empleadas como reforzantes, en composites macrorrellenos, microrrellenos o híbridos. En los macrorrellenos, se emplean partículas de cuarzo con tamaño de grano de hasta 100 μm . Las resinas macrorrellenas presentan la desventaja de ser muy difíciles de pulir y, como consecuencia, su superficie facilita la formación de placa. Los composites microrrellenos poseen partículas con tamaño de grano menor que 1 μm ; generalmente emplean sílice como material de refuerzo. Aunque son más fáciles de pulir y poseen mejor resistencia al desgaste, tienen la desventaja de tener una alta contracción durante la polimerización⁸. Por último, las híbridas poseen una combinación de partículas de diferentes tamaños. Como matriz en las resinas compuestas se emplean derivados del metacrilato, como el PMMA, el Bis-GMA (dimetacrilato de bisfenol A diglicidil) o dimetacrilatos de uretano (UDMA)^{7,8}.

En resumen, puede decirse que ahora se encuentran disponibles en el mercado dientes artificiales fabricados con tres tipos de resinas acrílicas: convencional, IPN y compuesta. Las resinas compuestas permiten la obtención de dientes artificiales con mejores propiedades mecánicas en comparación con los de resina convencional e IPN, sin embargo, algunos estudios han encontrado limitaciones en cuanto a su resistencia al desgaste, debido a que ésta puede ser restringida por la presencia de la matriz polimérica^{2,3,5,6}.

A pesar de que los dientes artificiales son muy empleados en odontología restaurativa, todavía existe una gran inquietud en torno a qué tipo de material o resina acrílica usar en su fabricación⁹. Cuando se comparan los dientes de resina acrílica con los dientes naturales, puede observarse que existe una



diferencia significativa entre ellos y que aún se requiere mejorar sus propiedades (dureza, resistencia a la compresión y al esfuerzo cortante, módulo de elasticidad, entre otros), con el fin de asemejarse más funcionalmente a este tejido natural^{1,3,4,6}. Una de las propiedades en las que difieren considerablemente es la dureza^{10,11,12} (tabla 1).

Tabla 1. Comparación de dureza entre diversos materiales¹.

Material	Índice dureza Knoop
Resina acrílica	14
Oro puro	32
Amalgama	900
Dentina	65
Esmalte diente natural	270-350
Cementos de silicato	70

Según la Asociación Dental Norteamericana (ADA)¹³, la Organización Internacional de Estandarización (ISO)¹⁴, la Academia de Prótesis Dentales (ahora denominada “Academy of Prosthodontics”) y el Icontec¹⁵, para que una resina pueda ser empleada oralmente en el diseño de dientes artificiales, debe cumplir con algunas propiedades básicas, como no ser porosa y tener determinado valor de dureza (mínimo 15 KHN)^{14,15}. En cuanto a la dureza, se requiere que el diente tenga un índice apropiado para resistir las fuerzas a las que se somete durante su uso en la boca¹⁶ y que no liberen durante el desgaste sustancias que pueden ser tóxicas para el organismo^{1,11}.

En el presente proyecto, se evaluó la dureza de dientes fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas para determinar si esta es una opción para aumentar la dureza de los dientes artificiales. Para ello se comparó la dureza de diferentes marcas de dientes acrílicos fabricados con resina convencional, IPN y compuesta¹⁷.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la tabla 2 se resume el tipo de resina acrílica empleada en cada una de las marcas. Éstas han sido codificadas con letras por compromiso con la empresa New Stetic de Medellín. En total, se analizaron cinco dientes artificiales fabricados con resina acrílica convencional, uno con resina IPN y dos con resina compuesta. Todas las muestras se prepararon siguiendo la norma técnica colombiana NTC1591 del Icontec “Dientes de Resinas Acrílicas”⁶. La metodología se resume a continuación.

Tabla 2. Marcas y tipos de resinas empleadas en el estudio

Marca	Tipo de resina
Marca A	Resina acrílica convencional
Marca B	Resina acrílica compuesta
Marca C	Resina acrílica convencional
Marca D	Resina acrílica convencional
Marca E	Resina acrílica convencional
Marca F	Resina acrílica IPN
Marca G	Resina acrílica convencional
Marca H	Resina acrílica compuesta

2.1 Preparación

Los dientes se cortaron paralelamente al borde incisal (a $1,5 \pm 0,5$ mm del borde incisal) empleando un motor de alta marca modelo B-1. Una vez cortados, se encapsularon en acrílico (PMMA) en forma de discos de 13 mm de diámetro y 2 mm de espesor aproximadamente. Las muestras eran planas (su paralelismo se comprobó con un pie de rey) y se pulieron para darles un acabado de espejo. Para el pulido de las muestras se usaron papeles de lija 400 y 600 en húmedo, seguido de piedra pómez en húmedo y, finalmente, tiza para brillar en seco.

2.2 Condiciones de ensayo

Se empleó el método de indentación Knoop para medir la dureza de la superficie de los dientes acrílicos. Este método consiste en forzar un indentador de diamante con forma de rombo elongado (con una diagonal más larga) sobre la superficie del material para formar en ella una indentación o huella. El indentador se presionó sobre el material en condiciones controladas de carga y tiempo empleando un microdurómetro modelo Wilson-Tukon 2100B. La longitud de la diagonal de la huella formada se midió con un microscopio incorporado al instrumento y se relacionó matemáticamente con el índice de dureza de la superficie del material mediante la ecuación:

$$HK = (C \times F) \div L^2$$

Donde C es una constante igual a 14,229 (constante de un indentador ideal), F es la carga aplicada en gramos y L es la longitud de la diagonal más larga en micras. Los microdurómetros modernos calculan de manera automática la dureza del material al medir la longitud de la huella con el microscopio.

El número de muestras para ensayar, la cantidad de indentaciones o huellas realizadas sobre cada una de ellas para la determinación de la dureza y las condiciones de ensayo se eligieron y desarrollaron teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 1591. De cada marca, se analizaron cuatro probetas y sobre cada una de ellas se realizaron diez indentaciones igualmente espaciadas. De esta manera, de cada marca se obtuvieron en total 40 medidas de longitud y, por tanto, de dureza. De las 40 medidas de dureza se calculó el promedio y la desviación estándar. De cada marca se realizaron dos repeticiones (es decir, cada valor se obtuvo como resultado de la medición de 40 indentaciones igualmente espaciadas). Para la determinación de la dureza, se empleó una carga de 100 gramos y un tiempo de contacto de 20 segundos. Todas las mediciones se realizaron 24 a 48 horas después de la preparación de las muestras.

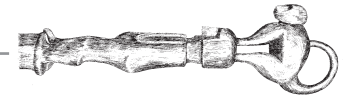
2.3 Metodos de análisis de resultados

Una vez obtenidos los valores de dureza Knoop para cada una de las marcas de dientes artificiales, se analizaron los resultados con un análisis de varianza ANOVA y la prueba de Tukey (1949), empleando la herramienta estadística Statgraphics Plus 5.0. El ANOVA se empleó para determinar si existe o no una diferencia estadística significativa entre la dureza de los diferentes dientes acrílicos. La prueba de Tukey se aplicó para realizar comparaciones múltiples de las medias de tratamiento y determinar cuáles marcas difieren estadísticamente entre sí; en este caso, se eligió, ya que es el mejor procedimiento de comparaciones múltiples para diseños ANOVA equilibrados (diseños con el mismo tamaño de muestra por tratamiento)¹⁸.

Para determinar si la diferencia entre cualquier par de medias de la muestra implica una diferencia en las medias de tratamiento correspondientes, este método utiliza el intervalo studentizado:

$$q = Y \text{ máx} - Y \text{ mín} \div \sqrt{n} \div s$$

donde $Y_{\text{máx}}$ y $Y_{\text{mín}}$ son las medias de muestra más grande y más pequeña, respectivamente, s es la raíz cuadrada del cuadrado medio del error obtenido a partir del ANOVA y n es el número de observaciones en cada una de las muestras. El fundamento lógico de este procedimiento de múltiples comparaciones es determinar un valor crítico para la diferencia entre las medias de muestra más grande y más pequeña que implique una diferencia entre las respectivas medias de tratamiento. De esta manera, cualquier par de medias de muestra que difiera en una cantidad igual o mayor que dicho valor crítico implicará una diferencia entre las medias de tratamiento correspondientes. El procedimiento de Tukey selecciona esta diferencia o distancia crítica de tal manera que la probabilidad de cometer uno o más errores tipo I (concluir que existe una diferencia entre dos medias de tratamiento cuando en realidad son idénticas) es α . Por tanto, el riesgo de cometer un error tipo I se aplica a las comparaciones de todos



los pares de medias del experimento. El valor α es seleccionado por el investigador. En este punto, cabe anotar que las comparaciones múltiples de medias de tratamiento sólo deben realizarse como análisis suplementario de un ANOVA, es decir, únicamente después de realizarse las pruebas F de análisis de varianza apropiadas y de haberse determinado que hay pruebas suficientes de la existencia de diferencias entre las medias de tratamiento. Cuando la prueba F de ANOVA no es significativa ($p > 0,05$) podrían obtenerse resultados confusos y contradictorios en el test de Tukey.

3. RESULTADOS

En la tabla 3 se indica el valor de dureza para cada una de las marcas de dientes acrílicos (dureza \pm desviación estándar). Para cada marca se realizaron dos repeticiones, es decir, cada valor se obtuvo como resultado de la medición de 40 indentaciones igualmente espaciadas sobre dos grupos de 4 probetas cada una.

Al aplicar el ANOVA se obtuvieron los resultados que se indican en la tabla 4.

Considerando que el valor P es menor que 0,05, existe diferencia estadística entre algunas de las marcas con un nivel de confianza del 95%. Debido a que la prueba F de ANOVA es significativa, es posible

aplicar el test de Tukey para determinar las marcas que difieren entre sí en dureza.

Tabla 3. Dureza Knoop de las diferentes marcas de dientes acrílicos

Marca	Valor de dureza Knoop	
	Repetición 1	Repetición 2
Marca A	20,0 \pm 0,64	19,7 \pm 0,35
Marca B	32,1 \pm 0,72	31,5 \pm 0,80
Marca C	19,2 \pm 0,49	19,8 \pm 0,69
Marca D	19,2 \pm 0,56	18,9 \pm 0,45
Marca E	18,1 \pm 0,56	18,4 \pm 0,39
Marca F	20,2 \pm 0,47	20,4 \pm 0,43
Marca G	19,4 \pm 0,39	19,9 \pm 0,69
Marca H	22,3 \pm 0,65	23,3 \pm 0,81

La aplicación del test de Tukey en los datos de la tabla 3 con un valor $\alpha = 0,05$ mostró que las medias de dureza que difieran en una cantidad mayor o igual a 1,53 pueden ser consideradas diferentes estadísticamente. Los resultados se presentan en la tabla 5; en la columna de diferencias entre las medias, se indican con un asterisco las marcas en las cuales se observa una diferencia.

Tabla 4. Análisis de varianza para la dureza Knoop

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Valor P
Entre grupos	271,08	7	38,7257	258,17	0,0000
Dentro de los grupos	1,2	8	0,15		
Total	272,28	15			

Tabla 5. Test de Tukey para comparar la dureza de diversas marcas

Pares de medias	Diferencia entre medias	+/- límite
Marca A – Marca G	0,15	1,53494
Marca A – Marca E	*1,6	1,53494
Marca A – Marca B	*-11,95	1,53494
Marca A – Marca F	-0,45	1,53494
Marca A – Marca D	0,8	1,53494
Marca A – Marca C	0,35	1,53494
Marca A – Marca H	*-2,9	1,53494
Marca G – Marca E	1,45	1,53494
Marca G – Marca B	*-12,1	1,53494
Marca G – Marca F	-0,6	1,53494
Marca G – Marca D	0,65	1,53494
Marca G – Marca C	0,2	1,53494
Marca G – Marca H	*-3,05	1,53494
Marca E – Marca B	*-13,55	1,53494
Marca E – Marca F	*-2,05	1,53494
Marca E – Marca D	-0,8	1,53494
Marca E – Marca C	-1,25	1,53494
Marca E – Marca H	*-4,5	1,53494
Marca B – Marca F	*11,5	1,53494
Marca B – Marca D	*12,75	1,53494
Marca B – Marca C	*12,3	1,53494
Marca B – Marca H	*9,05	1,53494
Marca F – Marca D	1,25	1,53494
Marca F – Marca C	0,8	1,53494
Marca F – Marca H	*-2,45	1,53494
Marca D – Marca C	-0,45	1,53494
Marca D – Marca H	*-3,7	1,53494
Marca C – Marca H	*-3,25	1,53494

4. DISCUSIÓN

Los dientes de las marcas D, E y G son fabricados con resina acrílica convencional con distinto número de capas incisales. Esto se hace con el fin de darle una tonalidad similar a los dientes naturales.

La marca E posee una capa incisal y una gingival, la marca D posee dos capas incisales y una gingival, y la marca G posee dos incisales y dos gingivales¹⁹. Al analizar los resultados de la prueba de Tukey, se observa que no existe diferencia estadística significativa entre estas marcas. De esta manera, el número de capas con las cuales se fabrique el diente no afecta su valor de dureza. Entre las marcas A y E se presenta una diferencia entre medias de 1,6 unidades. Para determinar la causa de dicha diferencia, se requiere la aplicación de técnicas que permitan un conocimiento más detallado de su microestructura y composición, cuya realización se encontraba fuera del alcance de este proyecto.

Si se observa en la tabla 5 la diferencia entre medias que existe entre las marcas B y H con las demás, estas son las que difieren en mayor cantidad y presentan valores de dureza más altos (marca B de $32,1 \pm 0,72$ y $31,5 \pm 0,80$; marca H de $22,3 \pm 0,65$ y $23,3 \pm 0,81$). La marca B difiere en más de 10 unidades y la marca H posee una diferencia máxima de 3 a 4 unidades. También puede observarse una diferencia entre las resinas compuestas y la IPN (marca F, dureza de $20,2 \pm 0,47$ y $20,4 \pm 0,43$). De este modo, puede decirse que la manera más eficiente de incrementar el valor de dureza de las resinas acrílicas es mediante su refuerzo para formar materiales compuestos. Esto coincide con los resultados de otros proyectos de investigación^{9,19,20} en los cuales las resinas acrílicas compuestas superan en dureza a las resinas acrílicas convencionales e IPN. Adicionalmente, puede observarse que existe una diferencia de medias entre la marca B y la marca H de 9,05 unidades, siendo la B la que presenta mayor diferencia de dureza con respecto a las otras marcas. Esto se debe a que, a pesar de que ambas resinas son compuestas, la marca H posee una estructura entrecruzada. Así puede decirse que una opción para aumentar la dureza en los dientes acrílicos es, además de reforzar las resinas, formar enlaces cruzados en la matriz polimérica.

Además, no se observa una diferencia significativa entre la dureza de los dientes fabricados con resina IPN con respecto a la de los convencionales.



En este punto vale la pena anotar que, durante la medición de la dureza Knoop en los dientes acrílicos, se observó que el pulido de la muestra es un factor muy determinante para la medición de la huella del indentador. Si el pulido de la muestra no es de acabado tipo espejo, las huellas serán asimétricas. Igual sucede si la muestra no es totalmente plana.

5. CONCLUSIONES

De las marcas analizadas en el estudio comparativo para dureza, los dientes fabricados con resinas acrílicas compuestas (en este caso con microrrelenos) presentan mayor dureza que los de IPN y de resinas acrílicas convencionales. Esto demuestra que, si se modifica la estructura o la composición de las resinas acrílicas, es posible mejorar su dureza y que entre estos, el mejor método para hacerlo es reforzando la resina acrílica. Sin embargo, aunque al emplear resinas acrílicas compuestas para la fabricación de dientes artificiales se aumenta su dureza, es importante tener en cuenta que el máximo valor que podría llegar a alcanzarse con las resinas comerciales seguiría estando por debajo de los 270-350 KHN que presenta el esmalte de un diente natural. Así, deben explorarse otras opciones, por ejemplo, el diseño de un nuevo biomaterial.

También puede determinarse que el número de capas incisales y gingivales con que se preparen los dientes acrílicos no afecta significativamente su dureza. De esta manera, el uso de diversas capas sólo tiene como objetivo mejorar la estética del implante para que se asemeje al diente natural.

Por último, puede decirse que todas las marcas analizadas para dureza cumplen con la NTC 1591 del Icontec, ya que su valor de dureza es mayor que 15 KHN.

Si bien los resultados no se reportan en el presente artículo, vale la pena mencionar que durante la ejecución del proyecto se analizaron por SEM (microscopía electrónica de barrido) la superficie de las marcas de dientes comerciales empleados en este

estudio. Como resultado, no se observaron poros en su superficie al ser visualizadas con un aumento de 200X y un voltaje de 15 kV.

REFERENCIAS

- 1 RATNER, Buddy; SCHOEN, Frederick and LEMONS, Jack. Biomaterials : an introduction to materials in medicine. California: Academic Press, 1996. 29 p.
- 2 RODRIGUES, Katia. Análisis de microdureza superficial Knoop y de la resistencia al desgaste de dientes artificiales de resina acrílica. Sao Paulo. 2005, 130 p. Tesis (Máster en Rehabilitación Oral). Universidad de Sao Paulo. Facultad de Odontología de Bauru.
- 3 SUZUKI, Shiro and TAMURA, F. In vitro wear of nano-composite denture teeth. En: Journal of Prosthodontics. Vol. 13, No. 4 (Dic. 2004); p. 238-243.
- 4 WANG, Linda; PERLATTI D'ALPINO, Paulo H.; LOPES, Lawrence G. and PEREIRA, José Carlos. Mechanical properties of dental restorative materials. En: Relative contribution of laboratory tests. Journal of Applied Oral Science. Vol. 11, No.3 (Jul-Sep. 2003). p. 300-303.
- 5 ASSUNÇÃO, Wirley; BARBOSA, Débora; GOIATO, Marcelo; TABATA, Lucas F. and GENNARI FILHO, Humberto. Evaluation of the wear rates of eight different brands of artificial resin teeth. En: Ciência Odontológica Brasileira. Vol. 8, No. 4 (2005); p. 6-12.
- 6 YAP, Adrian; WANG, Xiaoyan; WU, Xiaowa and CHUNG, Sew. Comparative hardness and modulus of tooth-colored restoratives: a depth-sensing microindentation study. En: Biomaterials. Vol. 25, No. 11 (May. 2004); p. 2179-2185.
- 7 ZENG, Jianyu; SATO, Yohei; OHKUBO, Chikahiro and HOSOI, Toshio. In vitro wear resistance of three types of composite resin denture teeth. En: Journal of Prosthetic Dentistry. Vol. 94, No. 5 (Nov. 2005); p. 453-457.
- 8 HOPFAUF, Simonette. SR-Adoro: a modern indirect composite. En: Ivoclar Vivaden Report. Liechtenstein. No.15 (Ago. 2004); p. 4-48.
- 9 MURPHY, A. and HILL R. Fracture toughness of tooth acrylics. En: Journal of Materials Science: Materials in Medicine. Londres. Vol. 14, (2003); p. 1011-1015.
- 10 CAMPANHA, Nara; MACHADO, Ana L. and VERGANO, Carlos. Effect of microwave sterilization and water storage on the Vickers hardness of acrylic resin denture teeth. En: Journal of Prosthetic Dentistry. Vol. 93, No. 5 (May. 2005); p. 483-487.

- 11 PHILLIPS W. R. Elements of dental materials. 3 ed. Filadelfia: W. B. Saunders, 1977, p. 120-140.
- 12 GUTIÉRREZ, María del Pilar and REYES, Jorge. Microhardness and chemical composition of human tooth. En: Materials Research. Vol. 6, No. 3 (2003); p. 367-373.
- 13 GAY, W. and KING, G. E. An evaluation of the cure of acrylic resins by three methods. En: Journal of Prosthetic Dentistry. Vol. 42, No. 4 (Oct. 1979); p. 437-440.
- 14 ISO. Dentistry - Synthetic polymer teeth. Ginebra: ISO, 1993. 8 p. (Norma ISO; No. 3336).
- 15 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Odontología: Dientes de resinas acrílicas. Bogotá: Icontec, 1981. 7 p. (Norma Técnica Colombiana; No. 1591).
- 16 PAVARINA, Ana Cláudia; VERGANI, Carlos Eduardo; MACHADO, Ana Lúcia; GIAMPAOLO, Eunice Tere-sinha and TERAOKA, Marcel Takesshi. The effect of disinfectant solutions on the hardness of acrylic resin denture teeth. En: Journal of Oral Rehabilitation. Vol. 30, No. 7 (Jul. 2003) p. 749-753.
- 17 ENTREVISTA CON Rosaura Carmona y Gabriel Jaime Mejía, Investigadores de New Stetic. Guarne, 22 de junio de 2004.
- 18 MENDENHALL, William and SINCICH, Terry. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 4 ed. México: Prentice Hall, 1997, 1182 p.
- 19 KAWANO, Fumiaki; HASEGAWA, Akira; MIZUNO, Iwate and ICHIKAWA, Tetsuo. Shock absorbability and hardness of commercially available denture teeth. En: International Journal of Prosthodontics. Vol. 15, No. 3 (May-Jun. 2002); p. 243-247.
- 20 MANDITOS, Michael; MCGIVNEY, G. P; BUSH, P. J. and CARTER, J. M. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. En: The Journal of Prosthetic Dentistry. Vol. 85, No. 4 (Abr. 2001); p. 386-395.