

**Evaluación de las soluciones
sólidas poliméricas con el
fin de conocer ventajas y
desventajas tecnológicas** y
determinar la relación costo-resistencias
mecánicas.



Caracterización mecánica de resinas acrílicas dentales polimerizables de origen y costos diferentes

Mechanical Characterization of Dental Acrylic Resins Polymerizable of Different Origin and Costs

RESUMEN

En la actualidad, los materiales dentales de restauración y rehabilitación deben cumplir numerosos requisitos, entre ellos presentar niveles mínimos en sus propiedades mecánicas, como resistencia al cizallamiento, dureza, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión y resistencia al impacto.

En ese sentido, el objetivo del presente estudio fue caracterizar mecánicamente y comparar dos (2) resinas dentales termopolimerizables, de diferentes fabricantes (uno colombiano y otro brasileño) y que son de amplio uso en el mercado local; sin embargo, con precios diferentes (a razón de 1:1,5), por eso se realizó un análisis económico de ambas resinas comercializadas ampliamente en Lima. Es decir, este trabajo procura comprobar si existen diferencias significativas entre ambas resinas empleadas en este estudio.

El análisis se realizó en el Laboratorio de Materiales de Tecsup Centro (Lima); se fabricaron y ensayaron todas las probetas para los diversos ensayos destructivos y no destructivos, según las siguientes normas técnicas internacionales: ISO 22674 -> Ensayo de tracción; ASTM D785 -> ensayo de dureza Rockwell; ISO 29022 -> ensayo de resistencia al cizallamiento; ISO 16402 -> ensayo de flexión y ASTM D6110 -> ensayo de impacto. Todos los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente.

Se concluyó que la resina brasileña presentó una mayor resistencia al cizallamiento e impacto, en promedio 10 % y 36 %; en cuanto a la resistencia a la flexión, casi es igual que la resina acrílica colombiana; finalmente, en cuanto a la resistencia a la tracción y dureza, la resina colombiana fue superior en torno a aproximadamente más de 28% y 55% respectivamente. Asimismo, la resina colombiana tiene un mejor posicionamiento en el mercado local, pero es 55 % más cara que el producto brasileño.

ABSTRACT

Nowadays, dental restoration and rehabilitation materials must meet numerous requirements, for example, minimum levels of mechanical properties, such as shear strength, hardness, tensile strength, flexural strength, and impact resistance.

In this sense, the objective of the present study was to mechanically characterize and compare two (2) heat-curing dental resins from different manufacturers (one Colombian and one Brazilian), and which are widely used in the local market, however with different prices (at a ratio of 1:1.5). Therefore, an economic analysis of both resins widely marketed in Lima had performed. In other words, this work seeks to verify whether there are significant differences between the two resins used in this study.

The analysis had carried out at the Materials Laboratory of Tecsup Centro (Lima); all specimens had manufactured and tested for the various destructive and non-destructive tests, according to the following international technical standards: ISO 22674 -> tensile test; ASTM D785 -> Rockwell hardness test; ISO 29022 -> shear strength test; ISO 16402 -> flexural test and ASTM D6110 -> impact test. All the results obtained had statistically analyzed.

It had concluded that the Brazilian resin presented higher resistance to shear and impact, on average 10% and 36%. In terms of flexural strength, it was almost the same as the Colombian acrylic resin. And in terms of tensile strength and hardness, the Colombian resin was superior by approximately more than 28% and 55%, respectively. Likewise, Colombian resin has a better positioning in the local market but is 55% more expensive than the Brazilian product.



Palabras Claves

Resina acrílica dental, caracterización mecánica, ensayos destructivos, ensayos no destructivos.

Key words

Dental acrylic resin, mechanical characterization, destructive tests, non-destructive tests.

INTRODUCCIÓN

Las resinas acrílicas son polímeros muy utilizados en odontología restaurativa, gracias a su fácil manipulación, bajo costo y excelente biocompatibilidad, a sus propiedades mecánicas y tiempo de vida útil (según las condiciones de uso). Se emplean en la fabricación de dientes artificiales, en bases de prótesis y como sellantes de puntos y fisuras [1]. Asimismo, el alginato dental es otro polímero ampliamente usado para elaborar moldes de impresiones de dentaduras de pacientes. Las resinas y los alginatos dentales pueden adquirirse a diferentes precios según tipo y marca del producto, siendo algunos bastantes conocidos en el mercado local mientras que otros son desapercibidos.

Las dos principales características de las resinas dentales son la alta resistencia mecánica y la alta resistencia a la corrosión. En ese sentido, para cuantificar apropiadamente las propiedades a través de pruebas de laboratorio, se deben fabricar las probetas y ejecutar los ensayos según indican las normas técnicas internacionales (NTI). En este trabajo, se emplearon las NTI desarrolladas por ISO y ASTM. Se realizaron ensayos destructivos para polímeros termorrígidos de uso odontológico, con el objetivo de determinar la resistencia a la tracción, al cizallamiento, a la flexión, al impacto y la dureza superficial.

En nuestra sociedad se observa que, culturalmente, según la capacidad de gasto familiar, se busca la reducción de costos en varios procesos relacionados con la salud de las personas, sobre todo cuando estas se encuentran ubicadas dentro de los grupos

socioeconómicos D y E; es por eso que, a veces, se reemplazan algunos productos de un costo específico por otros más baratos. En ese sentido, según la información recabada por los proveedores de materiales dentarios, alginatos en polvo de color rosado son usados en lugar de metacrilato de metilo en polvo en la fabricación de bases de prótesis dentales, manteniendo el monómero de metacrilato de metilo líquido para formar la solución sólida tipo acrílico.

La caracterización mecánica y una evaluación económica de las soluciones sólidas producidas a partir de estas combinaciones permitirán conocer sus ventajas y desventajas tecnológicas, y también, determinar la relación costo-resistencia mecánicas de los materiales estudiados. El objetivo final es proveer al público, principalmente de bajos recursos económicos, un conocimiento de la calidad y garantía (desde el punto de vista mecánico) que puedan tener sus prótesis dentales producidas con materiales «alternativos» o «genéricos», tal como lo denominan y/o emplean en la actualidad algunas personas del sector odontológico.

FUNDAMENTOS

Los polímeros usados en odontología son variados y de diferentes características tecnológicas, se usan en la elaboración de las bases de las prótesis (mucosoportadas, dentomucosoportadas e implantoportadas) y en la producción de moldes de impresión, entre otros. Los polímeros base de dentadura se clasifican en cinco tipos tal como se observan en la Tabla 1.

Tabla 1
Clasificación de los polímeros para bases de dentadura

TIPO	CLASE	DESCRIPCIÓN
1	1	Polímeros termocurables, polvo y líquido
1	2	Polímeros termocurables, preforma
2	1	Polímeros autocurables, polvo y líquido
2	1	Polímeros autocurables, polvo y líquido vertibles
3	-	Termoplásticos
4	-	Materiales fotopolimerizables
5	-	Materiales polimerizables por microondas

Las resinas acrílicas dentales son usadas en la fabricación de prótesis dentales humanas. Este material puede amoldarse a la encía y tener una adaptación a la forma de la boca de la persona. Las resinas acrílicas son polímeros cristalinos, frágiles y duros; son incoloros pero fácilmente coloreables. Actualmente, son elaboradas con polímeros sintéticos porque aportan mejoras en la estabilidad dimensional, fácil coloreado de prótesis para conseguir una óptima mimetización con la encía y una menor absorción saliva, factor que hacía poco higiénicas las prótesis de polímeros de naturales como el caucho. Son materiales termoestables, ya que tras su polimerización no se pueden transformar ni modelar [3, 4, 5, 6].

La evaluación previa de las propiedades mecánicas, físicas, químicas y la biocompatibilidad de los materiales poliméricos empleados en los tratamientos odontológicos permite un mejor ejercicio profesional en estas últimas décadas [7]. Entre las propiedades mecánicas consideradas importantes en los materiales odontológicos se encuentra la resistencia a la tracción de las resinas, las cuales son medidas bajo diferentes condiciones de sollicitación mecánica y química [8]; la dureza superficial es la propiedad que evidencia mejor las cualidades mecánicas en cuanto a la resistencia al desgaste, para esto se pueden emplear diferentes escalas de medición como Knoop, Vicker o Rockwell [9, 10, 11, 12]; la resistencia al cizallamiento es otra propiedad

que indica la magnitud de la carga necesaria para producir una fractura en un pieza (fabricado de un solo material o de varios materiales unidos por adhesivos), dichas cargas aplicadas generan fuerzas tipo cupla, es decir, fuerzas paralelas, excéntricas y de sentido contrario [13,14] similares a las que surgen durante el proceso de masticado. La resistencia flexural sirve para determinar qué tanto un material puede deformarse y cuál es el esfuerzo máximo que puede desarrollar un material antes de que se agriete o se rompa y en el caso de las resinas para prótesis se realizan ensayos de resistencia transversal, aplicando cargas a una lámina de resina apoyada en sus dos extremos hasta su fractura [16, 17, 18, 19].

Además de las características biofísicoquímicas de las resinas, otra variable a considerar para su selección es el costo de las mismas, es decir, la existencia de productos similares, pero costos diferentes inducen al usuario a decidirse por alguna que se encuentre al alcance de su economía; en sociedades como la peruana, donde el 88 % de su población se encuentra en niveles socioeconómicos C, D y E [20], muchas veces los pacientes deciden por el tipo de consumo indiferente, es decir, el consumidor aquí no suele fijarse ni en la marca ni en los anuncios de la misma; solo le interesa que cumpla la función que necesita y, generalmente, que esté a su alcance económico [21].

Por lo expuesto, la presente investigación es de tipo experimental, prospectivo y transversal [22], mide (según normas técnicas internacionales) y luego compara las resistencias mecánicas de dos soluciones sólidas poliméricas que usa un solvente tipo monómero líquido autopolimerizable y solutos distintos, polímeros metacrilato, que es el más utilizado en la elaboración de bases en prótesis, y ampliamente empleados en las prótesis para la población local.

La resina y el alginato estudiados son de origen, marcas y precios diferentes, de ahí su importancia de conocer sus ventajas y desventajas en cuanto a calidad y costos. La resina de marca Vitacron (Colombia) tiene un mejor posicionamiento comercial y mayor precio que el alginato tipo II de marca Dencrigel (Brasil).



Figura 1. Monómero líquido autopolimerizante Vitacryl
Fuente: [23, 24].



Figura 2. Polímero en polvo autopolimerizante Vitacron
Fuente: [23, 24].



Figura 3. Alginato en polvo Dencrigel
Fuente: [25].

METODOLOGÍA

Las soluciones sólidas de resinas se prepararon por adición lenta del componente sólido en polvo (metacrilato de metil {tipo II} o alginato {tipo II}) sobre el monómero líquido autopolimerizable (metacrilato de metil). Se homogeniza la solución preparada según las instrucciones del fabricante y luego se usa en la fabricación de los diferentes tipo probetas de acuerdo con lo especificado en las normas técnicas de los diferentes ensayos mecánico que se realizarán.

El desarrollo del ensayo de tracción se realizó según la Norma Técnica ISO 22674; se utilizó una máquina de ensayo universal marca ZwickRoell (modelo Z050) y la fabricación metálica de las probetas, de acero SAE 1020, se realizaron en el torno CNC y fresadora convencional; según los planos técnicos, las probetas tienen medidas de 100 mm de largo, 12 mm de diámetro en cabezas y en el área de corte presenta 6 mm de diámetro y escalón de 3 mm de profundidad. Los ensayos se realizaron después de 7 días de preparar las probetas que estuvieron unidas con las resinas.

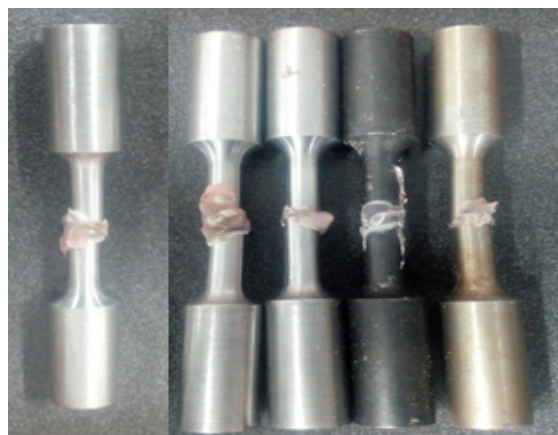


Figura 4. Probetas de tracción – uniones adhesivas con las resinas elaboradas
Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Máquina de ensayo universal ZwickRoell Z050 – Ensayo de tracción
Fuente: elaboración propia.

Los ensayos de impacto se desarrollaron según la Norma Técnica ASTM D6110. Se utilizó una máquina de impacto tipo Charpy, marca Zwick Roell, modelo HIT50P, las medidas de las probetas

son 75 mm x 10 mm x 10 mm. Los ensayos se realizaron después de cinco días de fabricadas las probetas.

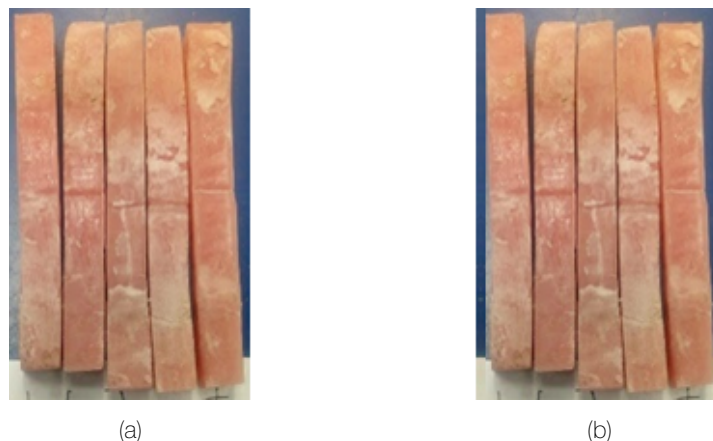


Figura 6. Probetas de impacto tipo Charpy – Resinas: Vitacryl + Vitacron y Vitacryl + Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

Los ensayos de cizallamiento se realizaron según la Norma Técnica ISO 29022, las probetas, que tienen forma de cilindros escalonados, se fabricaron cinco unidades por resina estudiada, con diámetros escalonados de 20 mm y 5 mm (en una misma

probeta). Los ensayos se realizaron después de cinco días de fabricadas las probetas. Se utilizó la máquina de ensayo universal marca ZwickRoell, modelo Z050 y un punzón de corte fabricado de acero HSS.

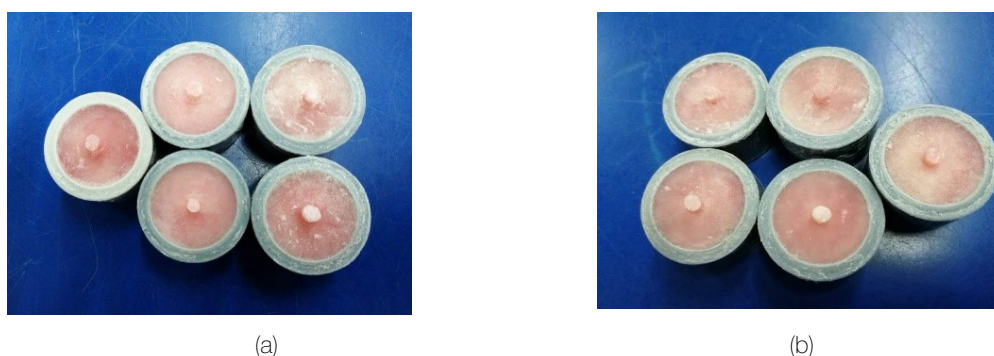


Figura 7. Probetas de cizallamiento – Resinas: (a) Vitacryl + Vitacron y (b) Vitacryl + Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

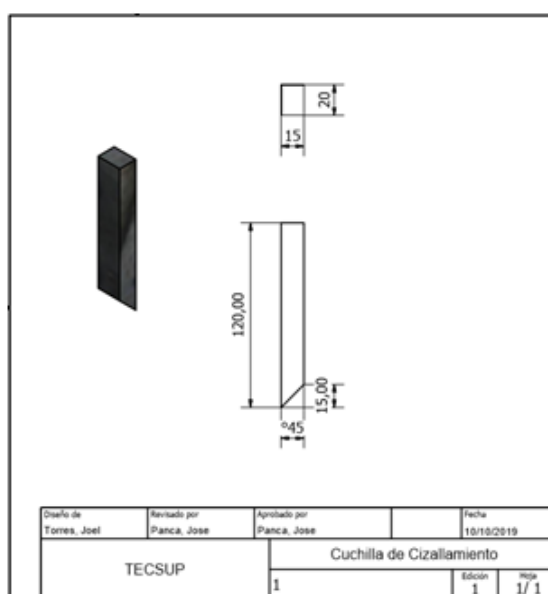


Figura 8. Punzón de cizallamiento de acero HSS
Fuente: elaboración propia.

Los ensayos de flexión se realizaron según la Norma Técnica ISO 16402, se fabricaron cinco probetas por tipo de resina estudiada, con medidas 25 mm x 4 mm x 1 mm. El ensayo se realizó después de 6 días de fabricadas las probetas. Se utilizó

la máquina de ensayo universal marca ZwickRoell, modelo Z050, un punzón de flexión fabricado de acero HSS y un dispositivo de flexión fabricado en acero ASTM A36.

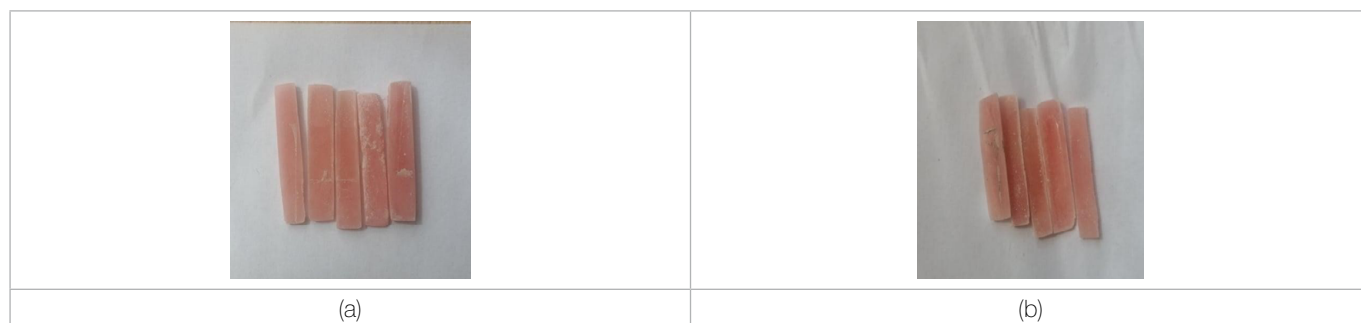


Figura 9. Probetas de flexión –
Resinas: (a) Vitacryl + Vitacron y (b) Vitacryl + Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

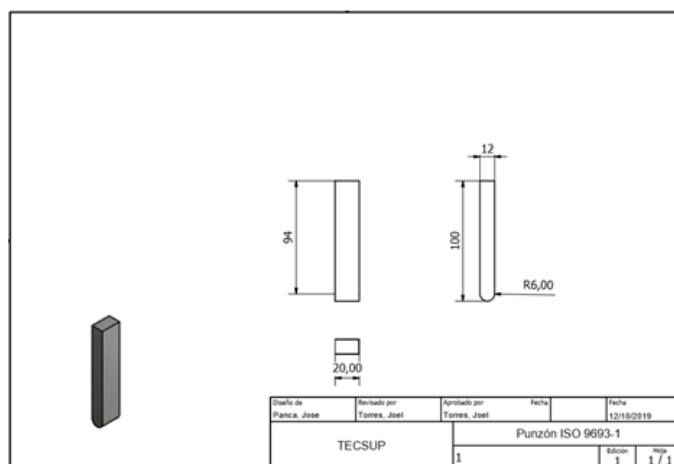


Figura 10. Punzón de flexión de acero HSS (según ISO 9693)
Fuente: elaboración propia.

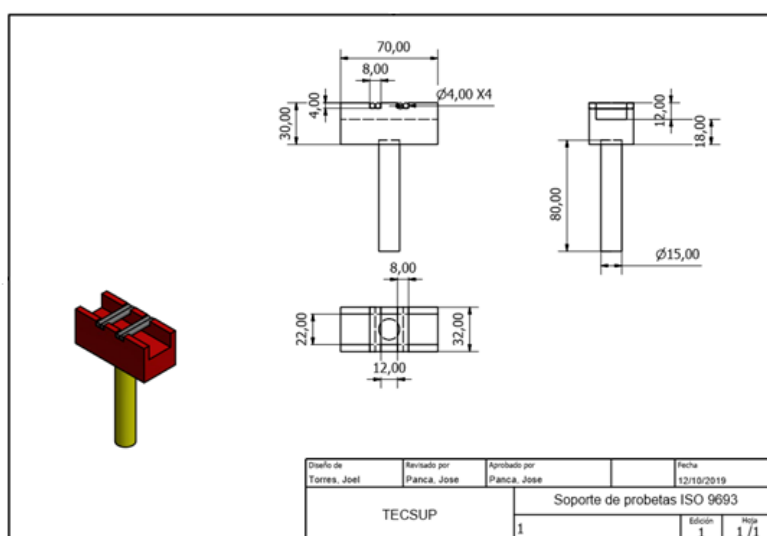


Figura 11. Dispositivo de flexión de acero ASTM A36 (según ISO 9693)
Fuente: elaboración propia.

Se realizó el ensayo de dureza Rockwell según la norma ASTM D 785, se utilizó un durómetro de pedestal, marca ZwickRoell, modelo ZHU2; un penetrador de punta esférica de carburo de

tungsteno de diámetro 1/16"; las probetas se fabricaron en forma de cilindro recto con diámetro 3" y espesor 1,5". Los ensayos se realizaron después de quince días de fabricadas las probetas.

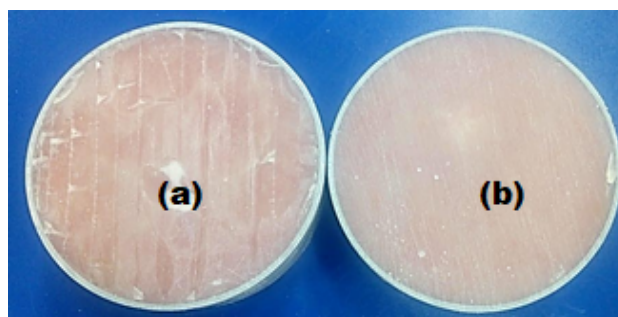


Figura 12. Probetas de flexión – Resinas: (a) Vitacryl + Vitacron y (b) Vitacryl + Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Ensayo de tracción [26]

Variable dependiente: esfuerzo máximo (R_m) [MPa]

Factor: solución sólida de resina dental

Número de observaciones: 10

Número de niveles: 2

Tabla 2

Resumen estadístico del ensayo de tracción

Parámetros	Resina dental	
	Vitacryl + Vitacron	Vitacryl + Dencrigel
Recuento	10	10
Promedio ($R_m \rightarrow$ MPa)	5.25	4.08

Fuente: elaboración propia.

La tabla n.º 2 muestra que se realizaron diez de ensayos por tipo de resina, y también los promedios de las mediciones de la resistencia máxima a la tracción (R_m). Se puede observar que

la resina 1 (Vitacryl + Vitacron) tiene una resistencia máxima a la tracción, aproximadamente de un 28 % más que la resina 2 (Vitacryl + Dencrigel).

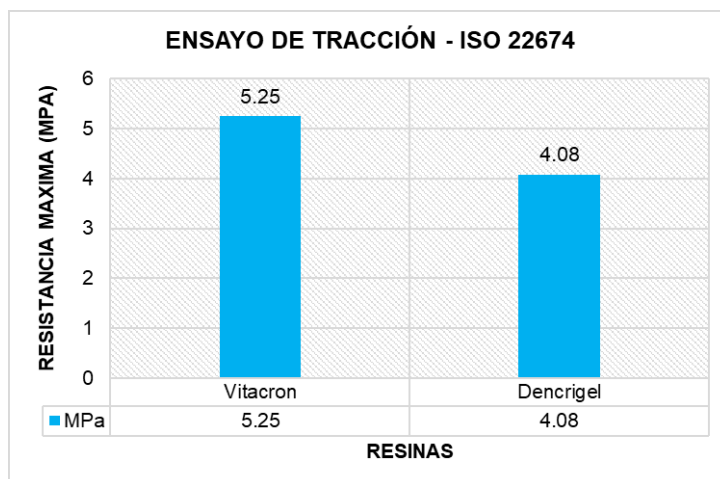


Figura 13. Gráfico comparativo de la resistencia máxima a la tracción de las resinas con Vitacron y Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

Ensayo de resistencia al cizallamiento [27]

Variable dependiente: esfuerzo cortante (τ) [MPa]

Factor: solución sólida de resina dental

Número de observaciones: 5

Número de niveles: 2

Tabla 3

Resumen estadístico del ensayo de cizallamiento

Parámetros	Resina Dental	
	Vitacryl + Vitacron	Vitacryl + Dencrigel
Recuento	5	5
Promedio ($\tau \rightarrow$ MPa)	11.70	12.97

Fuente: elaboración propia.

La tabla n.º 3 muestra que se realizaron 5 de ensayos por tipo de resina, y también los promedios de las mediciones de la resistencia al cizallamiento (τ). Se puede observar que la resina

2 (Vitacryl + Dencrigel) tiene una resistencia al cizallamiento, aproximadamente 10 % más que la resina 1 (Vitacryl + Vitacron).

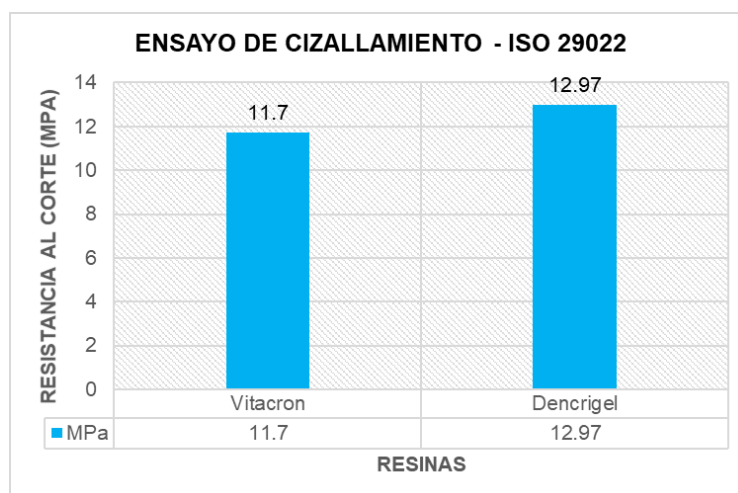


Figura 14. Gráfico comparativo de la resistencia al cizallamiento de las resinas con Vitacron y Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

Ensayo al impacto [28]

Variable dependiente: energía absorbida (E) [J]

Factor: solución sólida de resina dental

Número de observaciones: 10

Número de niveles: 2

Tabla 4

Resumen estadístico del ensayo de impacto

Parámetros	Resina dental	
	Vitacryl + Vitacron	Vitacryl + Dencrigel
Recuento	10	10
Promedio (E → J)	0.184	0.253

Fuente: elaboración propia.

La tabla n.º 4 muestra que se realizaron 10 de ensayos por tipo de resina, y también los promedios de las mediciones de la energía absorbida (E) por la probetas durante en el desarrollo del

ensayo destructivo. Se puede observar que la resina 2 (Vitacryl + Dencrigel) tiene una resistencia al impacto, aproximadamente 37.5 % más que la resina 1 (Vitacryl + Vitacron).

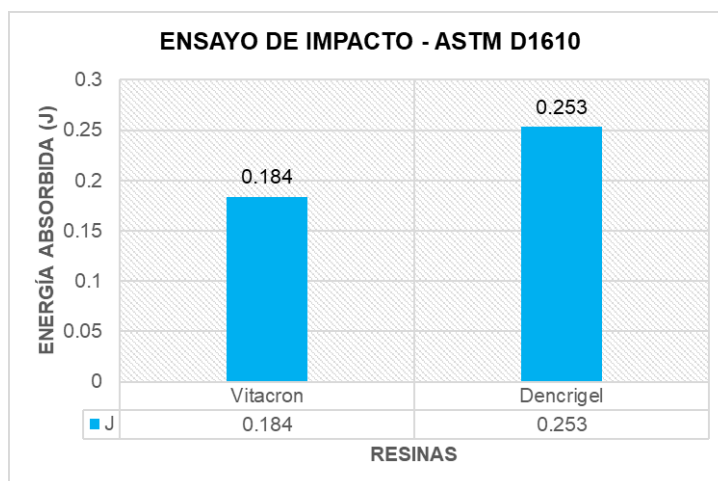


Figura 15. Gráfico comparativo de la resistencia al impacto de las resinas con Vitacron y Dencrigel.

Fuente: elaboración propia.

Ensayo de flexión [29]

Variable dependiente: energía absorbida (Rm) [MPa]

Factor: solución sólida de resina dental

Número de observaciones: 5

Número de niveles: 2

Tabla 5

Resumen estadístico del ensayo de flexión

Parámetros	Resina dental	
	Vitacryl + Vitacron	Vitacryl + Dencrigel
Recuento	05	05
Promedio (Rm MPa)	43.25	42.82

Fuente: elaboración propia.

La tabla n.º 5 muestra que se realizaron 5 de ensayos por tipo de resina, y también los promedios de las mediciones de las resistencia máximas cuando sometidas a flexión (tipo 3 puntos) por la probetas, en megapascales (MPa), durante en el desarrollo del ensayo destructivo. Se puede observar que la

resina 1 (Vitacryl + Vitacron) tiene una resistencia a la flexión, aproximadamente 1 % más que la resina 2 (Vitacryl + Dencrigel), es decir, se puede indicar que en esta variable las 2 resinas presentan igual valor de resistencia.

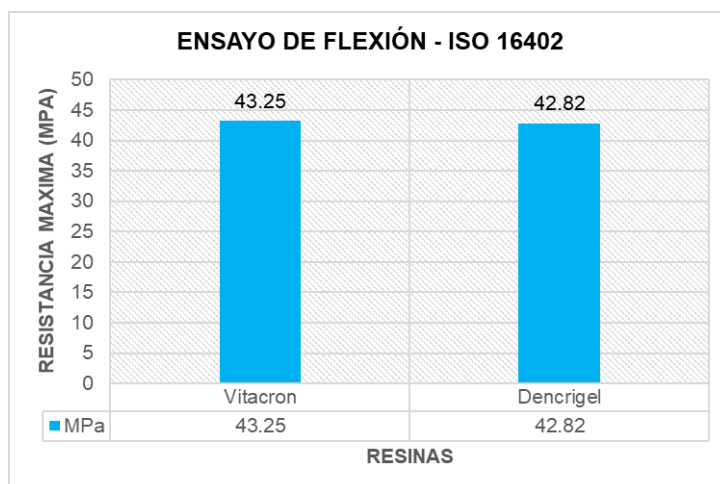


Figura 16. Gráfico comparativo de la resistencia a la flexión de las resinas con Vitacron y Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

Ensayo a la dureza Rockwell [30]

Variable dependiente: dureza [HR T15]

Factor: solución sólida de resina dental

Número de observaciones: 14

Número de niveles: 2

Tabla 6

Resumen estadístico del ensayo de dureza

Parámetros	Resina Dental	
	Vitacryl + Vitacron	Vitacryl + Dencrigel
Recuento	14	14
Promedio (HR 15T)	55.2	35.6

Fuente: elaboración propia.

La tabla n.º 6 muestra que se realizaron 14 de ensayos por tipo de resina, y también los promedios de las mediciones de la dureza, en la escala Rockwell T15 (HR T15), durante en el desarrollo del

ensayo mecánico. Se puede observar que la resina 1 (Vitacryl + Vitacron) tiene una dureza aproximadamente 55 % más que la resina 2 (Vitacryl + Dencrigel).

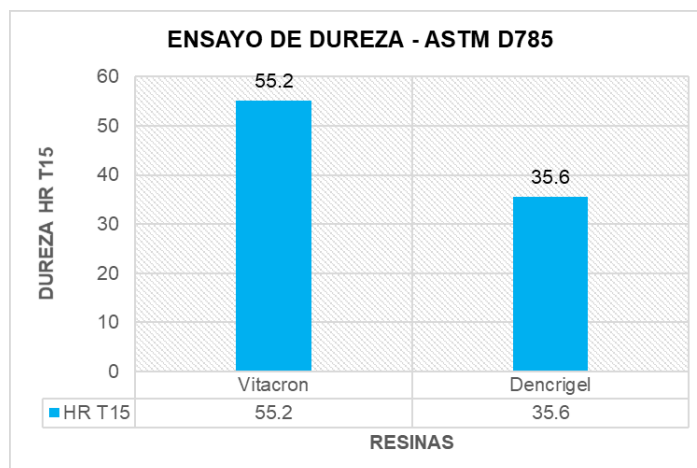


Figura 17. Gráfico comparativo de la dureza Rockwell T15 de las resinas con Vitacron y Dencrigel
Fuente: elaboración propia.

Evaluación económica

Variable dependiente: precio [S/]

Factor: solución sólida de resina dental

Número de observaciones: 5

Número de niveles: 2

Tabla 7

Resumen estadístico del precio de la resina

Parámetros	Resina dental	
	Vitacryl + Vitacron	Vitacryl + Dencrigel
Recuento	5	5
Promedio (S/.)	117	75

Fuente: elaboración propia.

La tabla n.º 7 muestra que se realizaron 5 cotizaciones de los materiales empleados para cada tipo de resina a producir, y los promedios de sus precios de venta al por menor (en moneda nacional). Esto se realizó durante la etapa de adquisición de los materiales a usar en la fabricación de las probetas de los distintos ensayos mecánicos. Tomando como referencia la resina 2, se puede observar que la resina 1 (Vitacryl + Vitacron) es 56 % más caro que la resina 2 (Vitacryl + Dencrigel).

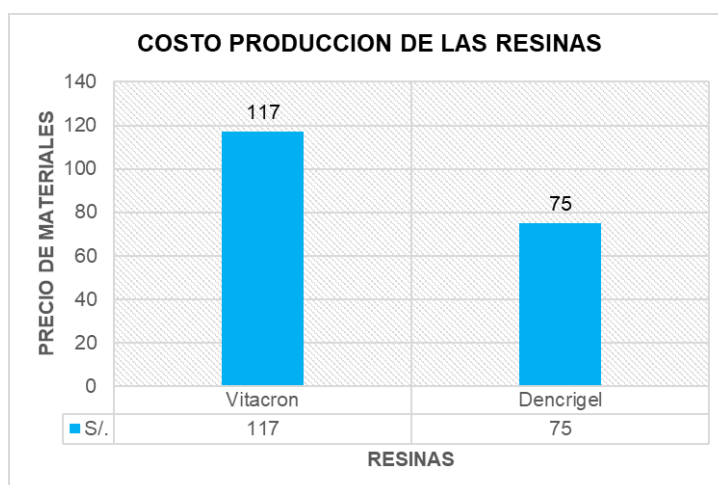


Figura 18. Gráfico comparativo de los precios de los materiales usados en la producción de las resinas con (Vitacryl + Vitacron y Vitacryl + Dencrigel)
Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

- La resina 1 (Vitacryl + Vitacron) presentó una mayor resistencia máxima a la tracción que la resina 2 (Vitacryl + Dencrigel), aproximadamente 28 % más.
- En los ensayos de cizallamiento e impacto la resina 2 se mostró más resistente que la resina 1, aproximadamente en 10.85 % y 35.75 % superior que la resina 1.
- En el ensayo de flexión, la resina 1 y la resina 2, prácticamente, no mostraron mayores diferencias, ya que solo fue 1 % la diferencia de sus valores promedio.
- En los ensayos de dureza la resina 1 se mostró superior a la resina 2, aproximadamente en 55 % más dura que la resina 2.
- La resina 1 es más cara que la resina 2, aproximadamente 56 % superior que la resina 2.
- Mecánicamente, la resina 2 presenta mayor tenacidad y es más barata producirla que la resina 1, la cual es más dura, consecuentemente presentará mayor resistencia al desgaste.

REFERENCIAS

- [1] Kurzer, M. (2006). Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas. *Revista EIA*, 6, 121-128.
- [2] UNE-EN ISO 1567:2000. (2000). Odontología. Polímeros para base de prótesis dentales.
- [3] New Stetic. (2018) Productos: Resinas Odontológicas. Recuperado de <https://www.newstetic.com/productos/resinas-acrilicas/>
- [4] Castro, Y. M. (2013). *Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y Silorano P90*. Lima: San Marcos.
- [5] Ospina, M.P: (1991). Comparación del ajuste marginal del acrílico Jet y el Novacril in vitro. *Revista CES Odontología* 4(2), 123-129.
- [6] García Pellicer, A. (2016). *Comportamiento mecánico y caracterización de resinas autopolimerizables aditivadas con nanofibras de grafeno para el refuerzo implantoprotético de prótesis híbridas* [Tesis]. Universidad Católica San Antonio de Murcia, España.
- [7] Málaga Rivera, J. (2006). Comportamiento in vitro de la dureza de dos resinas compuestas expuestas en peróxido de carbamida al 10% con carbopol. *Kiru*, 3(2), 38-47.
- [8] Vanderlei, A., Souza, R., & Passos, S. (2006). Resistencia a la tracción entre una resina acrílica y un material de rebase resiliente. *Revista Odontologica Herediana*, 98-102.
- [9] Salas Castro, Y., & Lozano Castro, F. (2014). Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato y silorano. *Kiru*, 11(1), 69-73.
- [10] Laura Remigio, M. (2016). *Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios* [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- [11] Castilla Minaya, O. (2021). *Comparación in vitro de la microdureza superficial de dos resinas compuestas (Tetric® N- Ceram y Filtek™ Z 350XT) sumergidas en una bebida isotónica (Gatorade®) y una bebida energizante (Red Bull®)* [Tesis]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- [12] Herrera, J., & Morales Aburto R. (2017). *Comparación del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resinas compuestas monoincrementales y resinas compuestas incrementales* [Tesis]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- [13] Bocanegra Alarcón, C. (2018). *Resistencia al cizallamiento de resina compuesta con dos tipos de tratamiento de superficie cementada en dentina*. [Tesis]. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- [14] Farías Villaseca, P. (2007). *Estudio Comparativo in vitro de la resistencia al cizallamiento de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con resina fluida (flow) y con cemento de resina dual fotopolimerizadas con lámpara L.E.D.* [Tesis de pregrado]. Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile.
- [15] Leite Cavalcanti, A. (2008). Resistencia al cizallamiento de dos sistemas adhesivos autocondicionantes en dientes deciduos - Estudio in vitro. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(2). Recuperado de <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/2/art-13/>
- [16] Huacho, N. M. (2016). Resistencia a la flexión de resinas acrílicas termopolimerizables usadas en la fabricación de prótesis totales. *Revista Científica Odontológica*, 279 - 286.
- [17] Ramírez Puentes, Á. P., Guillen Burgos, L.F. & Giraldo Cifuentes, H. (2012). Comparación de la resistencia flexural de dos resinas acrílicas termopolimerizables (convencionales y de alto impacto). *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 3(8): 106-113.
- [18] Villavicencio Ramos, M. I. (2015). *Comparación de la resistencia mecánica de resinas acrílicas para base de prótesis dentales totales termopolimerizables* [Tesis]. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú.
- [19] Butignon, L., Pereira, R., Lucas, M., Mollo Junior, F., & Arioli Filho, J. (2011). *Resistencia a la flexión de reparaciones de resina acrílica procesadas por diferentes métodos: baño de agua, energía de microondas y polimerización química* [Tesis]. Universidad Nacional de Córdoba.

- [20] Ipsos. (20 de febrero de 2020). Características de los niveles socioeconómicos en el Perú (Artículo web). Recuperado de <https://www.ipsos.com/es-pe/caracteristicas-de-los-niveles-socioeconomicos-en-el-peru>
- [21] VivaCaixa (27 de febrero de 2020). Tipos de consumo y cómo ahorrar teniéndolos en cuenta [Artículo web]. Recuperado de <https://www.tuproyectodevida.es/tipos-consumo-y-ahorro/>
- [22] Loyola Monterroso, G. (2012). *Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior* [Tesis]. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima, Peru.
- [23] Villavicencio Ramos, M. (2015). *Comparación de la resistencia mecánica de resinas acrílicas para base de prótesis dentales totales termopolimerizables* [Tesis]. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú.
- [24] Dental Milcar (2018). Productos: Acrílicos. Recuperado de <https://milacar.wixsite.com/dentalmilacar/acrilicos>
- [25] Surya Dental. (2020) Alginato Dencrigel 410g – Dencril. Recuperado de <https://www.suryadental.com.br/alginate-dencrigel-410g-dencril.html>.
- [26] ISO 22674, I. (enero de 2016). Odontología: materiales metálicos para restauraciones y aparatos fijos y removibles.
- [27] ISO 29022, I. (junio de 2013). Odontología - Adhesión - Ensayo de resistencia al cizallamiento de bordes con muescas.
- [28] ASTM D6110-17. (2017). Métodos de prueba estándar para determinar la resistencia al impacto Charpy de muestras de plástico con muescas. ASTM, USA.
- [29] ISO 16402, I. (mayo de 2008). Implantes para cirugía - Cemento de resina acrílica - Ensayos de fatiga por flexión de cementos de resina acrílica utilizados en ortopedia.
- [30] ASTM D 785 – 03. (2003). Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials ASTM, USA.

ACERCA DE LOS AUTORES

Carlos Eddy, Valdez Salazar

Ingeniero mecánico electricista de la U. N. San Luis Gonzaga (Perú), máster en Ingeniería Mecatrónica en la Universidade de São Paulo (Brasil) y doctor en Ingeniería Mecánica en la Universidade de São Paulo (Brasil). Con especializaciones en gestión y gerencia de proyectos (PMI), en proyectos de inversión pública.

Cuenta con más de 20 años de experiencia en la industria nacional e internacional, en los sectores privado y público. Actuación en áreas de diseño y fabricación de equipos mineros e industriales, mantenimiento industrial, gestión pública (municipalidad y universidad nacional), consultoría industrial y docencia universitaria. Autor de papers presentados en congresos internacionales y en revistas indexadas del área de Manufactura. Docente del Departamento de Mecánica de Tecsup Lima, responsable del Laboratorio de Materiales.

@ cvaldez@tecsup.edu.pe

José Raúl, Panca Boza

Egresado de la carrera técnica en Mantenimiento industrial en Tecsup (Perú).

Cuenta con dos años de experiencia en proyectos industriales en los sectores de plásticos y de alimentos.

@ raulpanca.1999@gmail.com

Recibido: 03-05-21
Revisado: 15-08-21
Aceptado: 21-09-21



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial 4.0 Internacional.