

Influencia de la concentración de los componentes minoritarios en la estabilidad y biofuncionalidad de una resina dental de curado químico

Anastasia Mishina, Rosa Mayelín Guerra Bretaña, Ivette Durán Ramos y Juan D. Sabatier Cadalso.

Departamento de Aseguramiento de la Calidad, Centro de Biomateriales, Universidad de la Habana, Avenida Universidad sin número, Código Postal 10400, El Vedado, Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana, Cuba.

Recibido: 9 de octubre del 2000. Aceptado: 16 de febrero del 2001.

Palabras clave: sellante de fosas y fisuras, sellante autocurado, polimerización radicalica, estabilidad.
Key words: pit and fissure sealant, selfcured sealant, radical polymerization, stability.

RESUMEN. El empleo de materiales poliméricos como sellantes de fosas y fisuras permite la prevención de la caries dental con una elevada relación beneficio-coste y se ofertan como mezclas de monómeros que, al colocarse sobre las caras oclusales de los molares y premolares, penetran en las fosas y fisuras polimerizando *in situ*. De esta forma, se logran películas poliméricas muy finas que sellan y aíslan los sitios más vulnerables de la anatomía dentaria, impidiendo su colonización por los microorganismos bucales causantes de esta enfermedad. CUBRIDEM es un sellante dental autocurado, el cual se suministra en dos partes: "Base" y "Diluyente". Este sellante cumple con las normativas internacionales de tiempo de trabajo (TT) y fraguado (TF) a 23 °C y mantiene su estabilidad como mínimo por un año, entre 2 y 8 °C. El objetivo de este trabajo ha sido obtener una variante de CUBRIDEM estable a mayores temperaturas y con TT y TF adecuados, cuando el producto se manipula en ambientes tropicales no climatizados. Se realizaron diseños experimentales factoriales 2^3 para estudiar la influencia de la concentración de los componentes minoritarios: peróxido de benzofilo (PB), N,N-dimetil-p-toluidina (DMPT) y éter monometílico de la hidroquinona (MHQ), manteniendo invariable la composición de la mezcla monomérica bis-GMA/dimetacrilato de tetraetilenglicol: 1/1 (p/p). La nueva formulación del sellante, compuesto por un Diluyente que contiene 0,8 % de PB y 0,05 % de MHQ y una Base con 0,6 % DMPT, manipulado a (30 ± 2) °C, permite obtener valores de TT mayores de 35 s y TF menores de 140 s hasta los dos meses de almacenamiento a la misma temperatura; mientras que, manteniéndolo a (16 ± 2) °C se logran resultados similares para tiempos más prolongados.

ABSTRACT. The employment of polymeric materials as sealants for pits and fissures allows to prevent dental caries with high cost-profit ratio. These products are offered as monomer mixes to be set on the molar and premolar faces are introduced by self in pits and fissures for polymerizing *in situ*. By this way, is possible to obtain very thin polymeric films which seal and isolate the most vulnerable parts of dental anatomy obstructing the buccal microbial development. CUBRIDEM is a self-cured sealant for pits and fissures, which is supplied in two portions: a "Base" and a "Diluent". Working and setting times of this sealant at 23 °C agree with international standards and CUBRIDEM remains stable by one-year minimum, when stored at 2-8 °C. This work deals with the obtainment of a stable CUBRIDEM at higher storage temperatures, characterized by suitable working and setting times in tropical climates. Experimental work was carried out according to 2^3 factorial designs, where the influence of minor components: benzoylperoxide (PB), N,N-dimethyl-p-toluidine (DMPT) and hydroquinone monomethyl ether (MHQ) was studied while keeping monomeric composition unchanged (bis-GMA/DMTEG: 1/1). The new formulation, introduces changes in Diluent (0.8 % PB and 0.05 % MHQ) and Base (0.6 % DMPT) compositions. Therefore, working times longer than 35 s and setting times smaller than 140 s are obtained, when CUBRIDEM is handled at (30 ± 2) °C and stored no more than two months at the same temperature. Furthermore, storage at (16 ± 2) °C produces similar results for longer periods of times.

INTRODUCCION

El empleo de materiales poliméricos como sellantes de fosas y fisuras permite la prevención de la caries dental con una elevada relación beneficio-coste.^{1,2} Estos productos se ofertan como mezclas de monómeros que, al colocarse sobre las caras oclusales de los molares y premolares, penetran en las fosas y fisuras polimerizando *in situ*. De esta forma, se logran películas poliméricas muy finas que sellan y aíslan los sitios más vulnerables de la anatomía dentaria (fosas y fisuras), impidiendo así, su colonización por los microorganismos bucales causantes de esta enfermedad.

La formulación química de la mayoría de los sellantes comerciales se basa en la mezcla compuesta por el bis-GMA (2,2-bis[p-(2-hidroxi-3-metacriloxipropoxi)fenil]-propano), monómero de elevado peso molecular y gran viscosidad, y diferentes monómeros diluyentes, como el dimetacrilato de tetraetilenglicol (DMTEG), los cuales permiten reducir la viscosidad de la mezcla para que pueda fluir al interior de las fisuras y mojar el diente, garantizándose una buena adaptación a su superficie. Las diferencias entre los sellantes están dadas por el tipo y proporción de los monómeros utilizados, así como por el sistema de iniciación de la polimerización: curado químico (autocurado) o fotocurado.³ Los sellantes autocurados se presentan en dos partes separadas, que contiene cada una un elemento

fotocurados son aquellos que polimerizan mediante la acción de la luz, aplicada con una lámpara especial. Ambos sistemas son utilizados actualmente en la práctica estomatológica y, en general, las propiedades de ambos sistemas son similares cuando son empleados adecuadamente.

Los sellantes autocurados utilizan como sistema de iniciación de la polimerización radicalica un par redox con la participación de iniciadores o catalizadores, como el peróxido de benzoilo (PB). Por otra parte, cuando se requiere una polimerización rápida y a temperatura ambiente, como es el caso de los sellantes dentales, se utilizan aceleradores de la polimerización que forman un par redox iniciador-acelerador. Una de las sustancias más utilizadas en los materiales dentales, para formar el par redox con el peróxido de benzoilo, es la amina terciaria *N,N*-dimetil-*p*-toluidina (DMPT). Además, al sistema se adicionan inhibidores o retardadores de la polimerización, como el éter monometílico de la hidroquinona (MHQ), con el objetivo de lograr una mayor estabilidad en las formulaciones y tiempos de trabajo adecuados para manipular los sellantes en el momento de aplicación.⁴

El tipo de sistema iniciador-acelerador y las propias concentraciones de los componentes minoritarios en la formulación, influyen grandemente en las características del fraguado de los sellantes autocurados y, por tanto, en su funcionalidad como biomaterial. Es de gran importancia para la aplicación clínica del material, que exista un tiempo suficiente entre el momento en que se comienzan a mezclar las partes y la aplicación del producto sobre la superficie del diente, durante el cual no se incrementa excesivamente la viscosidad. Este período se conoce como tiempo de trabajo (TT). Por otra parte, una vez colocado el material, este debe fraguar lo más rápidamente posible, denominándose tiempo de fraguado (TF) el tiempo que transcurre desde el momento en que se comienzan a mezclar las partes hasta que el producto endurece. Por otra parte, el comportamiento y la estabilidad de estas formulaciones varían con la temperatura de manipulación y almacenamiento.

Otro aspecto a evaluar en las formulaciones dentales acrílicas es el

al desgaste y de la estabilidad del color de las resinas.⁵ La mayor parte de los DER son dobles enlaces C=C colgantes, es decir, son moléculas que han reaccionado por uno de sus extremos, por el cual quedan enlazadas a la cadena polimérica. Sin embargo, la matriz polimérica también contiene una gran cantidad del monómero residual y de oligómeros que permanecen sin enlazar en el material ya fraguado, y que pueden eluir rápidamente al medio bucal con el consiguiente impacto potencial en cuanto a la biocompatibilidad. Además, la biofuncionalidad del material depende, entre otros aspectos, de su estabilidad estructural.⁶ Una de las técnicas más utilizadas para la determinación de los DER en las resinas dentales es la espectroscopia de absorción infrarroja, tanto la clásica como la de Transformada de Fourier.^{5,7,8}

En 1988 se obtuvo la primera formulación del sellante dental cubano CUBRIDEM (Tabla 1). En esta formulación inicial, el CUBRIDEM cumple con las exigencias internacionales para este tipo de productos y mantiene su estabilidad, como mínimo por un año, cuando se almacena entre 2 y 8 °C.

La práctica estomatológica indica que son necesarios TT mayores de 30 s y que los tiempos de fraguado deben mantenerse menores de 2,5 min. Sobre este aspecto, la ISO 6874:1988⁹ establece que los TT no deben ser menores que los establecidos por el fabricante, siendo 45 s el tiempo de trabajo óptimo a 23 °C y 5 min el tiempo de fraguado máximo a 37 °C. Sin embargo, en los climas tropicales sin ambientes climatizados la manipulación de los sellantes se realiza a temperaturas mayores, lo que acorta indeseablemente los TT. Por otra parte, para mejorar la presentación final del producto era necesario incorporar el PB a la mezcla monomérica. En cuanto al almacenamiento, el seguimiento posventa realizado, indicó que no siempre se realiza a temperaturas entre 2 y 8 °C.

Teniendo en cuenta estos aspectos, este trabajo se propuso como objetivo obtener una variante de CUBRIDEM estable a mayores temperaturas, con TT, TF y GC adecuados, cuando el producto se manipula en ambientes no climatizados.

bis-GMA (2,2-bis-[*p*-(2-hidroxi-3-metacriloxipropoxi)fenil]propano), $C_{29}H_{36}O_8$), NUPOL 046-4005 (FREEMAN), de más de 80 % de pureza; DMATEG (dimetacrilato de tetraetilenglicol, $C_{18}H_{26}O_7$) (FLUKA), de 78 a 85 % de pureza; DMPT (*N,N*-dimetil-*p*-toluidina, $C_9H_{13}N$) (MERCK), de 98 % de pureza; MHQ éter monometílico de la hidroquinona, $C_7H_8O_2$) (ALDRICH), de 99 % de pureza; PB (peróxido de benzoilo, $C_{14}H_{10}O_4$) (MERCK), de más de 90 % de pureza.

Se prepararon dos tipos de mezclas: mezcla Base, con diferentes concentraciones de DMPT (de 0,6 a 0,8 %), y mezcla Diluyente, con cantidades variables de PB (de 0,6 a 1,0 %) y MHQ (de 0,03 a 0,05 %), según el plan de experimentos realizado. Estas mezclas fueron preparadas por pesada de los diferentes componentes y mezclado mediante agitador magnético durante una hora, manteniendo fija la composición monomérica, 1/1:bis-GMA/DMATEG (p/p).

Se realizaron dos diseños experimentales factoriales 2³, con vistas a estudiar la influencia de diferentes variables en los TT y TF:

Diseño I

Se midieron los TT y TF durante el almacenamiento, hasta tres meses, a dos temperaturas. Las mediciones se realizaron a una temperatura de trabajo de 28 a 32 °C. La concentración de DMPT en la Base se mantuvo en 0,8 %, para todas las formulaciones realizadas, mientras que los valores mínimo y máximo de las variables independientes fueron: PB en el Diluyente, 0,6 y 0,8 %; MHQ en el Diluyente, 0,03 y 0,05 %; temperatura de almacenamiento, (16 ± 2) °C y (30 ± 2) °C. Las concentraciones se refieren al porcentaje en peso que representa el componente minoritario en el peso de la parte en que esta incluido.

Diseño II

Se midieron los TT y TF después del almacenamiento de las formulaciones, durante dos meses, a (16 ± 2) °C. Las mediciones se realizaron a (30 ± 2) °C. Los valores mínimo y máximo de las concentraciones, respecto a cada una de las partes del sellante, fueron: PB, 0,6 y 0,8 %; MHQ, 0,03 y 0,05 %; DMPT: 0,6 y 0,8 %.

En ambos diseños, la estimación del error puro se realizó utilizando

Para la determinación del grado de conversión, según el método establecido en trabajos anteriores,⁸ se empleó un equipo de espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (ATI Mattson).

Los TT y TF fueron determinados por un método de observación visual que simula la manipulación que realiza el estomatólogo en el momento de aplicar el sellante. Se añade una gota de cada una de las partes en un pozuelo de aplicación. Se pone en marcha el cronómetro cuando se añade la segunda gota. Se homogeneiza la mezcla con un explorador dental de cucharilla durante 10 s. Posteriormente, se introduce la punta del explorador en la mezcla a pequeños intervalos de tiempo, hasta que al retirarlo aparece un hilo fino de resina entre este y la mezcla. Este momento se toma como TT. Para la determinación del TF se utiliza un explorador de punta fina, que se introduce suavemente en la mezcla a cortos intervalos de tiempo. Se toma como TF aquel cuando la dureza del material impide la penetración del explorador. Este procedimiento permite realizar las determinaciones en un intervalo de confianza inferior o igual a 5 s para el TT y a 13 s para el TF. Su utilización hace posible la realización de gran número de mediciones en corto tiempo, por lo que se utilizó en la selección de la formulación más adecuada para el cumplimiento de los objetivos planteados, además, de ser el método que se utiliza en la práctica para el control de la calidad del producto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Partiendo de la formulación inicial del CUBRIDEM (Tabla 1), y teniendo en cuenta la necesidad de incorporar el PB al Diluyente, se adicionó cierta cantidad de MHQ (0,03 %) a esta mezcla monomérica con vistas a mejorar su estabilidad durante el almacenamiento. Al evaluar el comportamiento de esta formulación, en el momento de su preparación, se obtuvieron TT y TF bastante aceptables de 24 a 25 °C (Tabla 2). Sin embargo, tomando en consideración que el aumento de la temperatura provoca un incremento en la velocidad de la polimerización radicalica, efecto bien establecido,¹⁰ es de esperar que, al manipularse el producto a elevadas temperaturas ambientales, se produzca una reduc-

(Tabla 2). Por otra parte, se conoce que valores del TT por debajo de 30 s limitan las posibilidades del estomatólogo para manipular el producto antes de que éste alcance una viscosidad tal, que impida su penetración en las fosas y fisuras de la superficie dental, por lo que es necesario obtener formulaciones con mayores TT.

Teniendo en cuenta estos resultados preliminares y, partiendo de un diseño experimental factorial 2³ (Diseño I), se estudió la influencia de la concentración del PB y el MHQ sobre los TT y TF, así como en la estabilidad durante el almacenamiento a la temperatura ambiente y en refrigeración. Como puede observarse de los resultados del diseño (Tabla 3), la temperatura de almacenamiento ejerce una influencia decisiva en el comportamiento de las diferentes formulaciones.

Todas las formulaciones almacenadas por tres meses a temperatura ambiente, (30 ± 2) °C, presentan tiempos de trabajo y fraguado excesivamente largos, mientras que a la temperatura de refrigeración, las formulaciones presentan una mayor estabilidad. Aun la formulación con 0,8 % PB, 0,05 % MHQ y 0,8 % DMPT, para la que se observaron los mejores resultados en este diseño experimental a las dos temperaturas de alma-

mentación entre 28 y 32 °C (TTAC y TFAC), presentaron aumentos significativos después de dos meses (Fig. 1). Esto indica que este es el tiempo máximo posible para el almacenamiento a temperatura ambiente de estas formulaciones. Sin embargo, para las muestras almacenadas entre 14 y 18 °C, los tiempos (TTAF y TFAC) se mantuvieron estables durante los tres meses.

El aumento de los TT y TF, observados durante el almacenamiento del producto a elevadas temperaturas ambientales, se atribuye a la disminución de la concentración efectiva de los componentes minoritarios en la formulación, debido a su descomposición en entidades químicas que no dan inicio a la polimerización radicalica.

A excepción del experimento 3, donde los tiempos de fraguado fueron muy prolongados, prácticamente desde el inicio, el resto de las formulaciones presentó TF de hasta 2 min, cuando se almacenan a (16 ± 2) °C. Sin embargo, para todas las formulaciones, excepto para la empleada en el experimento 3, los TT resultaron más cortos que los requeridos para la manipulación del producto por el estomatólogo. Entre otros aspectos, se observó que los TT, en las formulaciones con elevados contenidos de PB y MHQ, diferían de su valor inicial aun cuando se almacenaban bajo refrigeración. Asimismo, se observó que se estabilizaban aproximadamente a los 15 d de preparados.

Teniendo en cuenta estos resultados, se diseñó una nueva matriz experimental, Diseño II, para estudiar la influencia de la concentración de los elementos minoritarios en los TT y TF a los dos meses de almacenamiento en refrigeración (Tabla 4). Los resultados obtenidos en este diseño fueron procesados por regresión lineal, para las variables codificadas (-1,1), lográndose modelos matemáticos con un excelente ajuste, lo que se evidencia por los coeficientes de correlación superiores a los valores críticos, aún para niveles

Tabla 1. Formulación inicial del sellante dental CUBRIDEM-AC.

Compuestos	Concentración (%, p/p)	
	Base	Diluyente
Bis-GMA	49,6	50,0
DMATEG	49,6	50,0
DMPT	0,8	-
PB	-	1,0*
MHQ	-	-

* El peróxido de benzilo (PB), se agregaba al Diluyente en el momento de la colocación del sellante, ya que se encontraba adherido en el fondo de los pozuelos de aplicación de vidrio.

Tabla 2. Tiempos de trabajo y fraguado para la Variante I* del CUBRIDEM.

Variante	A 24-25 °C		A 28 °C	
	TT	TF	TT	TF
(s)				
I	31 ± 1	82 ± 5	26 ± 1	72 ± 3

* Variante I: 1 % PB, 0,03 % MHQ, 0,8 % DMPT.

n	PB (%)	MHQ (%)	TA (°C)	TT			TF		
				(s)			(s)		
				Almacenamiento (meses)			Almacenamiento (meses)		
				1	2	3	1	2	3
1	0,6	0,03	16 ± 2	28 ± 2	28 ± 2	38 ± 4	85 ± 4	85 ± 4	91 ± 5
2	0,8	0,03	16 ± 2	21 ± 2	21 ± 2	25 ± 3	53 ± 4	58 ± 5	55 ± 5
3	0,6	0,05	16 ± 2	37 ± 4	40 ± 2	52 ± 3	120 ± 10	145 ± 10	150 ± 10
4	0,8	0,05	16 ± 2	25 ± 1	26 ± 3	28 ± 3	75 ± 4	70 ± 5	75 ± 5
5	0,6	0,03	30 ± 2	32 ± 4	60 ± 3	>180	88 ± 9	120 ± 9	NM
6	0,8	0,03	30 ± 2	22 ± 2	28 ± 2	80 ± 5	52 ± 5	65 ± 6	165 ± 11
7	0,6	0,05	30 ± 2	53 ± 5	>180	NM	135 ± 13	>300	NM
8	0,8	0,05	30 ± 2	26 ± 1	35 ± 3	>120	64 ± 4	90 ± 5	>180
9	0,7	0,04	16 ± 2	27 ± 1	27 ± 3	33 ± 3	83 ± 4	80 ± 5	85 ± 5
10	0,7	0,04	30 ± 2	31 ± 3	50 ± 5	>120	80 ± 10	113 ± 8	>180

NM No medible por polimerización excesivamente lenta. TA Temperatura de almacenamiento.

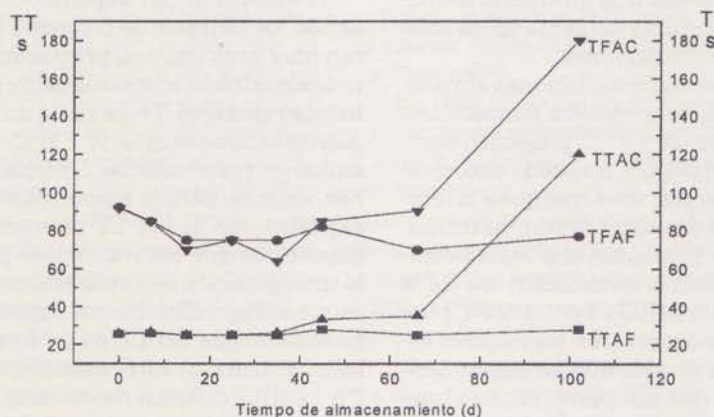


Fig. 1. Variación de TT y TF durante el almacenamiento a diferentes temperaturas. TTAC y TFAC Tiempos de trabajo y fraguado para muestras almacenadas de 28 a 32 °C. TTAF y TFAF Tiempos de trabajo y fraguado para muestras almacenadas de 14 a 18 °C. (0,8 % de PB, 0,05 % de MHQ y 0,8 % de DMPT).

Tabla 4. DISEÑO II. Resultados a los dos meses de almacenamiento entre 14 y 18 °C.

PB, (X1)	MHQ, (X2)	DMPT, (X3)	TT*	TF*
	(%)		(s)	
0,6 (-1)	0,03 (-1)	0,6 (-1)	55 ± 3	139 ± 4
0,8 (1)	0,03	0,6	32 ± 2	80 ± 5
0,6	0,05 (1)	0,6	78 ± 4	190 ± 10
0,8	0,05	0,6	38 ± 3	105 ± 4
0,6	0,03	0,8 (1)	28 ± 2	85 ± 4
0,8	0,03	0,8	21 ± 2	58 ± 5
0,6	0,05	0,8	40 ± 2	145 ± 10
0,8	0,05	0,8	26 ± 3	70 ± 5

* Medidos de 28 a 32 °C.

de significación (α) de 0,98 o superiores (Tabla 5). Del análisis de estas ecuaciones se observa que, en las condiciones experimentales de este diseño, los contenidos de PB (X_1) y

de DMPT (X_3) influyen de manera similar sobre TT, aunque la concentración de DMPT ejerce una influencia ligeramente mayor, así como que se obtienen los mayores valores de

esta respuesta para el nivel máximo de MHQ (X_2).

Tomando en consideración los resultados de ambos diseños, se consideró como más adecuada y final la formulación siguiente: Diluyente, 0,8 % PB, 0,05 % MHQ y Base, 0,6 % DMPT (Variante II). Para esta formulación se obtienen valores de TT y TF adecuados (Tabla 6). La disminución de la temperatura de manipulación del producto aumenta el TT, por lo que este puede llegar a ser cercano a los 45 s en locales climatizados. Es de señalar, que los tiempos de fraguado en la práctica estomatológica serán siempre menores a los establecidos a 30 °C, ya que el fraguado del producto ocurre en la cavidad bucal donde la temperatura es mayor, por lo que los resultados serán aun mejores. Se observó una buena estabilidad del producto, en cuanto a los TT y TF, al año de almacenamiento en refrigeración.

Para la formulación final escogida, se determinó por Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier el grado de conversión (GC) de los dobles enlaces a las 24 h de iniciada la reacción de polimerización, pues este parámetro tiene gran influencia en las propiedades mecánicas de los sellantes. Se tomó 24 h como tiempo de polimerización final, teniendo en cuenta que trabajos anteriores⁸ han demostrado que para resinas con un 50 % en peso de bis-GMA, el endurecimiento inicial de la resina ocurre cuando menos del 60 % de los dobles enlaces han reaccionado (2 a 3 min). En esta fase el GC aumenta rápidamente de forma

	TTF	TFF
Coefficiente de correlación (R)	0,958	0,932
Grados de libertad (f)	3	4
Nivel de significación (α)	0,98	0,99
R crítico (f, α)	0,934	0,917

Modelos:

$$TTF = 39,75 - 10,5X_1 + 5,75X_2 - 11X_3 + 5,25X_1X_3$$

$$TFF = 109 - 30,75X_1 + 18,5X_2 - 19,5X_3$$

Tabla 6. Tiempos de trabajo y fraguado para la Variante II del CUBRIDEM.

Tiempos a (30 ± 2) °C	Inicial	A los dos meses	A los seis meses	Al año
TT (s)	50 ± 3	38 ± 3	39 ± 1	41 ± 3
TF (s)	135 ± 6	105 ± 4	112 ± 3	100 ± 5

Variante II: 0,8 % PB, 0,05 % MHQ, 0,6 % DMPT, después del almacenamiento a (16 ± 2) °C.

aproximadamente lineal. Después de este período inicial, el GC sigue incrementándose lentamente de forma exponencial hasta alcanzar el máximo de conversión entre las 20 y las 24 h. A partir de este momento no se detectan aumentos significativos del GC en el tiempo. El grado de conversión fue del (87 ± 2) %, lo que se encuentra dentro de los pará-

metros reportados para otros sellantes comerciales.⁵

CONCLUSIONES

Se obtuvo una formulación del CUBRIDEM-AC con tiempos de trabajo mayores de 35 s y tiempos de fraguado menores de 140 s, al manipularlo entre 28 y 32 °C. La composición de la formulación obtenida es

0,8 % PB, 0,05 % MHQ y en la Base, 0,6 % DMPT. Esta formulación presenta un grado de conversión de los dobles enlaces a las 24 h de (87 ± 2) %, siendo estable al almacenamiento al menos por un año entre 14 y 18 °C y hasta dos meses a temperatura ambiente (de 28 a 32 °C).

BIBLIOGRAFIA

1. Deery C. *Int. J. Paediatr. Dent.*, 9, 235, 1999.
2. Kumar J.V. and Siegal M.D. *J. Calif. Dent. Assoc.*, 26, 378, 1998.
3. Davidenko N., Cohen M.E., Diaz J.M. and Sastre R. *J. Biomater. Sci. Polym.*, 9, 891, 1998.
4. Recalde I., López R., Guerra R.M. y García R. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 28, 70, 1997.
5. Chung K.H. and Greener E.H. *J. Oral Rehabil.*, 17, 487, 1990.
6. Ferracane J.L. *J. Oral Rehabil.*, 21, 441, 1994.
7. Guerra R.M., Ortiz P. and Durán I. *J. Oral Rehabil.*, 23, 632, 1996.
8. Guerra R.M. y Durán I. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 24, 17, 1993.
9. ISO 6874:1988 Dental resin-based pit and fissure sealants.
10. Odian G. *Principles of Polymerization*. 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 198, 1991.

ACTIVIDADES CIENTIFICAS

MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR DE CUBA

III CONFERENCIA CIENTIFICA INTERNACIONAL DE ENERGIA RENOVABLE "CIER 2001"

Del 11 al 14 de septiembre del 2001.

Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría".

TEMATICAS:

Tecnología Fotovoltaica: Tecnología de las celdas fotovoltaicas; Instalaciones fotovoltaicas para áreas rurales y edificaciones; Mercados, comercialización y financiamiento.

Aplicaciones de la Energía Solar Térmica: Tecnología de los colectores; Calentamiento de agua y secado solar; Aplicaciones híbridas y térmicas.

Generación de Energía Eólica: Evaluación del potencial eólico. Impacto ambiental; Diseño y construcción de sistemas eólicos; Generación de electricidad con energía eólica; Bombeo de agua con energía eólica.

Conversión de Biomasa: Generación de calor y electricidad; Plantaciones energéticas; Combustibles líquidos y emulsiones; Impacto ambiental y aspectos económicos.

Arquitectura Bioclimática: Confort y ambiente interior e iluminación; Simulación ambiental y edificaciones; Uso racional de la energía en edificaciones; Turismo ecológico.

Refrigeración no Contaminante.

Educación Energética: Programa para la educación y el entrenamiento de los distintos niveles educacionales; Educación a distancia y otras formas de educación; Proyectos educativos internacionales.

Tensoactivos y Emulsiones: Producción y aplicación de tensoactivos a partir de productos naturales; Emulsiones ecológicas y combustibles emulsionados.

CUOTA DE INSCRIPCION: 250,00 USD. Se pagará en el momento de la acreditación en el evento.

COMITE ORGANIZADOR: Dr. Omar Herrera Martínez.

TELEFONO: (53) (7) 205060. FAX: (53) (7) 272964. E-MAIL: uter@mecanica.ispjae.edu.cu