

Encapsulado anticorrosivo de imanes de neodimio, para el dispositivo en el tratamiento magnético antincrustante (DTMA) AZUMAG – 8

Andrés Gómez-Estévez*, Marlen Lorenzo-Maiquez, Marta González-Martínez, Mercedes Sosa-Hernández, Arelis Rodríguez-Padrón y Juan A. Leal-Alfonso

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

Vía Blanca No.804 y Carretera Central. San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.

*andres.gomez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

La introducción de equipos magnetizadores en las líneas de fluido acuoso de la industria azucarera, evita incrustaciones no deseadas y disminuye el consumo energético. Para garantizar un mayor tiempo de vida útil de estos equipos se introduce la aplicación de un sistema de recubrimiento furanoepoxídico como sellador de los imanes de neodimio y la protección anticorrosiva del equipo magnetizador AZUMAG-8.

Palabras clave: encapsulado anticorrosivo, imanes de neodimio, equipo magnetizador.

ABSTRACT

The introduction of magnetizing equipment for liquid fluid in sugar industry, avoid no desire incrustations and reduce the energetic consumption. In order to increase a useful lifetime of these magnetizing equipment is introduced a furan-epoxy system coating application as sealing of neodymium magnets and corrosive protection of device where they are in the magnetizing equipment AZUMAG-8.

Key words: Anticorrosive encapsulated; neodymium magnets; magnetizing equipment.

INTRODUCCION

El Dispositivo de tratamiento magnético antincrustante (DTMA). AZUMAG 8 se utiliza en el tratamiento magnético de fluidos acuosos, para prevenir la formación de incrustaciones, correspondiente a caudales en conductos de 8 pulgadas de diámetro. Genera una densidad de flujo magnético de hasta 15 000 Gauss. Tiene una longitud de 130 cm y 35 cm de diámetro. Constituido por 2 bloques magnéticos. Ver esquema en la figura 1.

Para garantizar un mayor tiempo de vida útil de estos equipos se requiere de la protección anticorrosiva de los imanes de neodimio y de las cajuelas donde se colocan, dentro del equipo. El requerimiento técnico es que debe soportar una densidad de flujo magnético de hasta 15 000 Gauss y no apantallar el campo magnético generado; además, resistir la temperatura de trabajo en la línea donde se opere y proteger de la corrosión los imanes y las cajuelas en que se colocan en el equipo para alargar la vida útil de trabajo en su uso en la industria azucarera.

Las composiciones poliméricas furanoepoxídicas desarrolladas en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) (1-7), tienen como matriz la resina furanoepoxídica FAM (8) y forman parte de la línea Fural. Son soldaduras metálicas en frío y recubrimientos especiales. Estas composiciones poliméricas furanoepoxídicas están en constante desarrollo para lograr nuevos productos y aplicaciones, respaldados por proyectos de I+D+i con objetivos

concretos en la actualización de los mantenimientos y la recuperación de piezas de la industria azucarera y sus derivados, con productos y técnicas que aseguren la calidad, así como la disminución de sus costos; es el empleo de derivados en la propia industria azucarera (9-10).

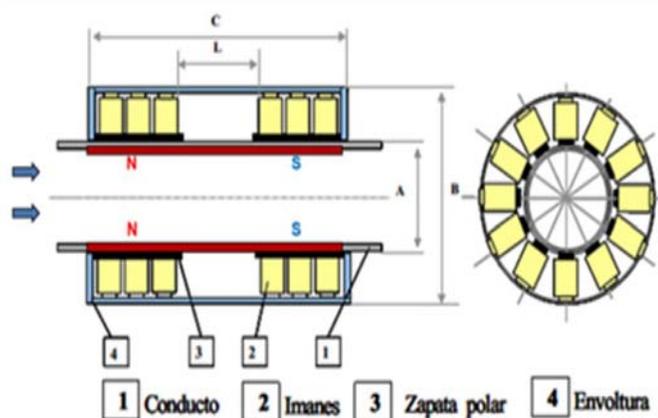


Figura 1. Esquema del diseño del magnetizador AZUMAG 8 y foto de la instalación.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de esta necesidad se diseña una solución integral que satisfaga la necesidad del cliente. En el caso del equipo AZUMAG-8, la necesidad es el encapsulamiento de los imanes en sus cajuelas o nichos, para garantizar su protección anticorrosiva durante su explotación; pero, a su vez, el encapsulado no puede apantallar el campo magnético que estas generan.

Para poder realizar con éxito la solución de encapsulado anticorrosivo se requiere de diferentes etapas: la selección de la capa impregnante, el acondicionador que garantiza la adhesión del recubrimiento anticorrosivo, así como del estudio de una formulación adecuada para el encapsulado anticorrosivo.

Los productos desarrollados a partir de las resinas furánicas y los servicios implementados para su aplicación cumplen con el Sistema de gestión de la calidad en base a la ISO: 9001: 2008. La resina matriz de los productos finales es la resina FAM, resina termofija a base de furfural de alta estabilidad térmica y química, sus propiedades se exponen en la tabla 1.

Como capa impregnante acondicionadora se emplea el Fural-Ri1001 y sus propiedades se muestran en la tabla 2.

Para conocer si los recubrimientos ejercían o no un apantallamiento del campo magnético se realizó el estudio a las variantes propuestas. Las mediciones de la densidad de flujo magnético (B) para los imanes de ferrita, con capa de encapsulado y sin ella (para las 4 formulaciones) fueron realizadas con un gaussímetro, cuyas especificaciones son: Nombre del equipo: MAGSYS HAND-GAUSSMETER, Firma: MAGSYS. (magnet system)

Tabla 1. Propiedades físico-químicas de la resina furánica FAM

Propiedad \ Resina	FAM
Viscosidad cPs	2000 – 3000
Densidad g/cm ³	1.16 - 1.17
Peso seco %	70 – 75
Punto de gel (segundos) ^a	5 – 12
Tiempo de vida (minutos) ^b	40 – 50
Resist. a la tracción MPa	9 - 15
Adherencia MPa	8 - 11

a: 170 °C con 12 % de ácido bencensulfónico (ABS).

b: a temperatura ambiente con 15 % de polietileno poliamina

Tabla 2. Propiedades del impregnante de base furano - epoxídica

Propiedades	FU-RAL-Ri 1001
Relación de mezclado en peso (resina/end)	5:1
Relación de mezclado en volum. (resina/end)	4:1
Temperatura de aplicación (°C)	15 - 40
Tiempo de fraguado (h)	24
Tiempo útil de aplicación (min)	25 - 50
Tiempo de almacenamiento a t. amb.(años)	2
Máxima temperatura que resiste (°C)	150
Mínima temperatura que resiste (°C)	- 20
Densidad (g/cm ³)	1.11 - 1.13
Viscosidad (cPs)	100 - 200
Adherencia (MPa)	45 - 50
Rendimiento kg/m ²	0.6 - 0.8
Valoración en talleres por su laboriosidad	Excelente

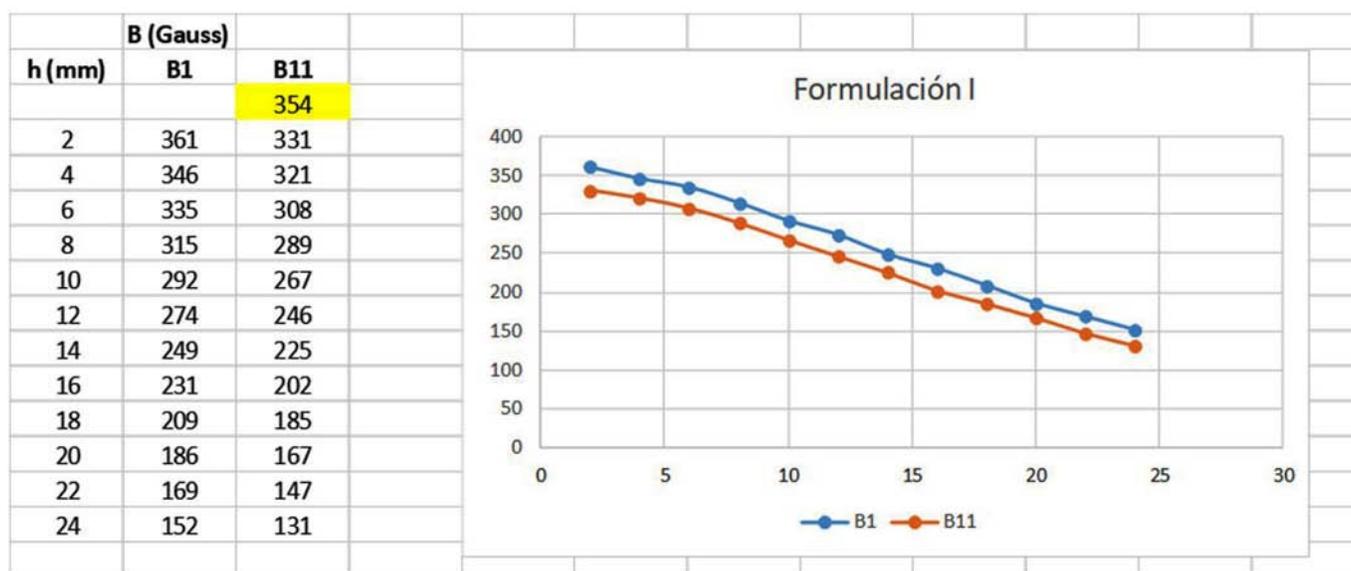
Tabla 3. Formulaciones estudiadas

Formulación I	Formulación II
Resina FAM	Fural-Ri1001
Polvo de zeolita SOA	Polvo de zeolita SOA
Arena sílice	Arena sílice
Endurecedor HY-943	Endurecedor HY-943
Etanol	Etanol
Formulación III	Formulación IV
Resina FAM	Fural-Ri1001
Polvo de zeolita SOA	Polvo de zeolita SOA
Arena sílice	Arena sílice
R. Epoxy GY-250	R. Epoxy GY-250
Endurecedor HY-943	Endurecedor HY-943
Etanol	Etanol

A partir de la resina furanoepoxídica FAM, se estudiaron 4 formulaciones. Ver tabla 3.

RESULTADOS

Las mediciones de la densidad del flujo magnético B se muestran para cada formulación evaluada: B11, B22, B33 y B44 en las figuras 2, 3, 4 y 5, respectivamente; las lecturas B1, B2, B3 y B4, corresponden a las mediciones sin recubrimiento y la medición se realiza desde la superficie h= 0 mm hasta 24 mm.

**Figura 2.** Mediciones de la densidad del flujo magnético B, para la formulación I.

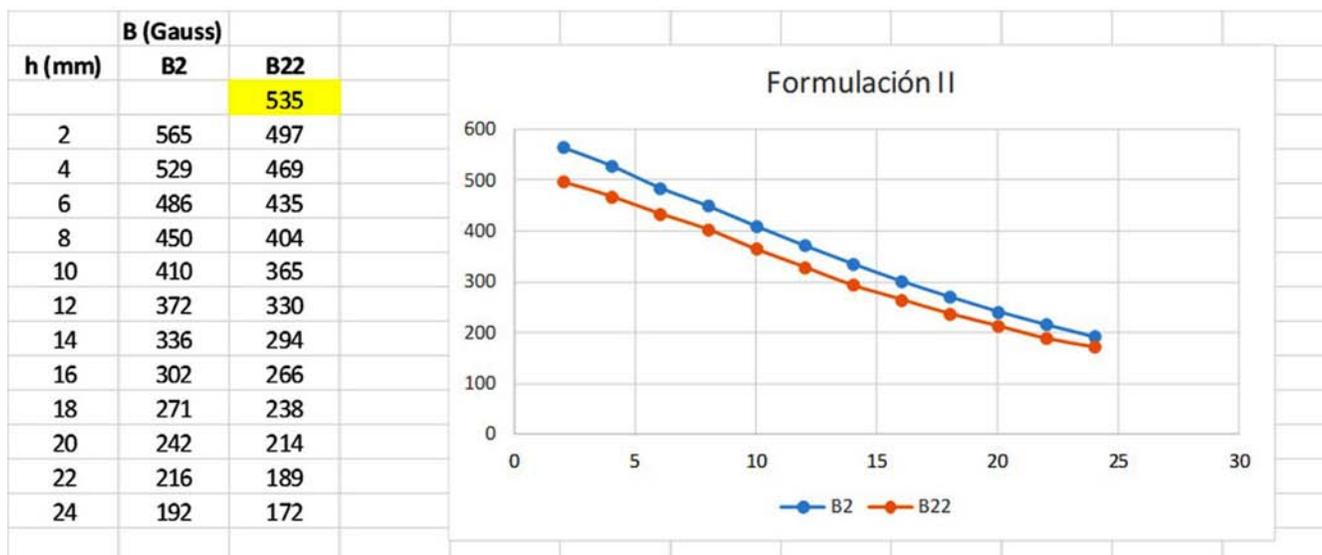


Figura 3. Mediciones de la densidad del flujo magnético B, para la formulación II.

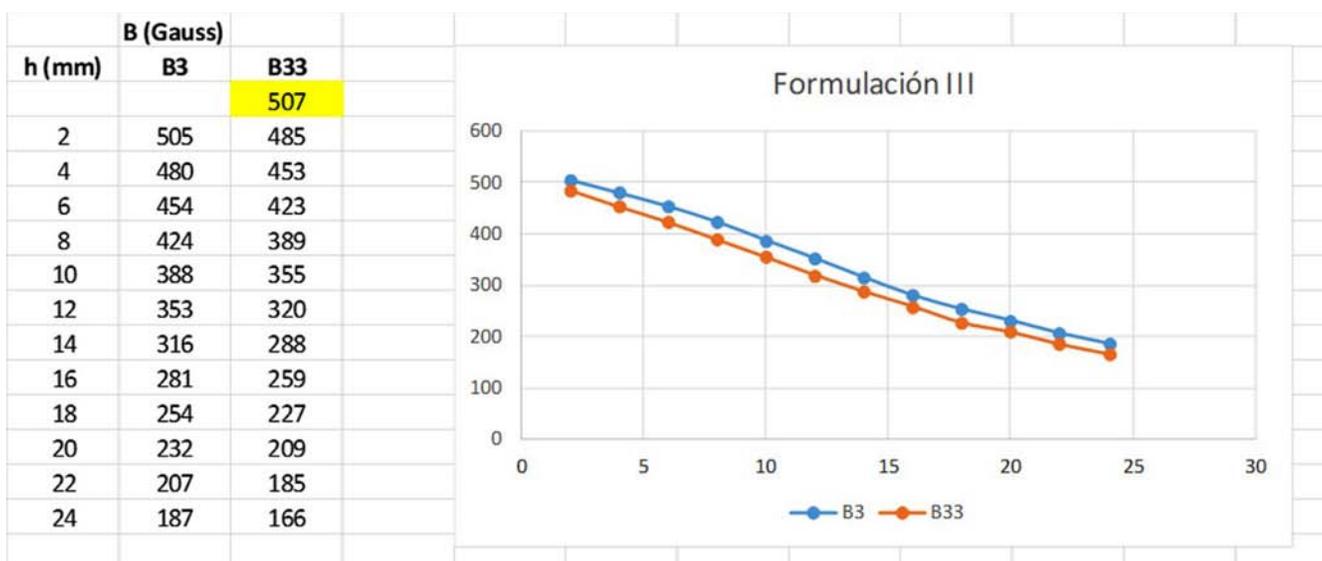


Figura 4. Mediciones de la densidad del flujo magnético B, para la formulación III.

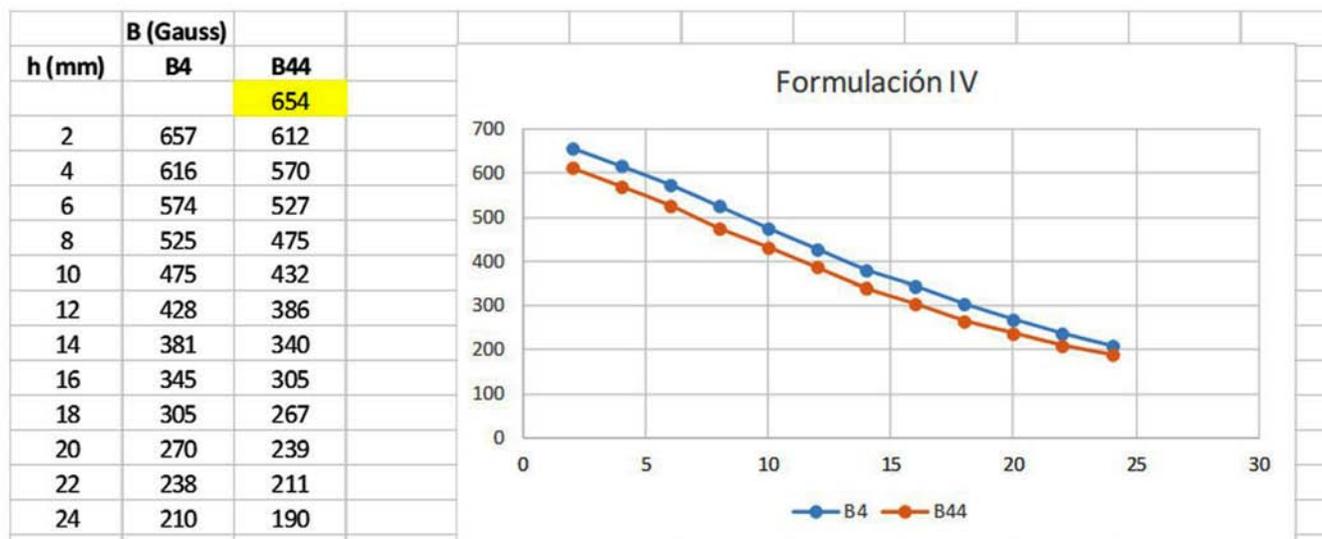


Figura 5. Mediciones de la densidad del flujo magnético B, para la formulación IV.

Las propiedades de las formulaciones estudiadas se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Propiedades de las formulaciones estudiadas

Propiedad \ Material	F - I	F - II	F - III	F - IV
Viscosidad cPs	2500-3000	2500-3000	3000-3500	2500-3000
Tiempo de vida (minutos) b	40 – 50	40 – 50	40 – 50	40 – 50
Resist. a la tracción MPa	8 – 12	9 - 15	8 – 12	9 - 15
Adherencia MPa	8 – 11	8 – 11	8 – 11	8 – 11

b a temperatura ambiente con 15 % de Polietilenpoliamina.

En la figura 6, se muestran fotos de los pasos del trabajo, desde los recubrimientos de los imanes, con las variantes para su ensayo de medición de la densidad del flujo magnético, así como de los pasos de aplicación.

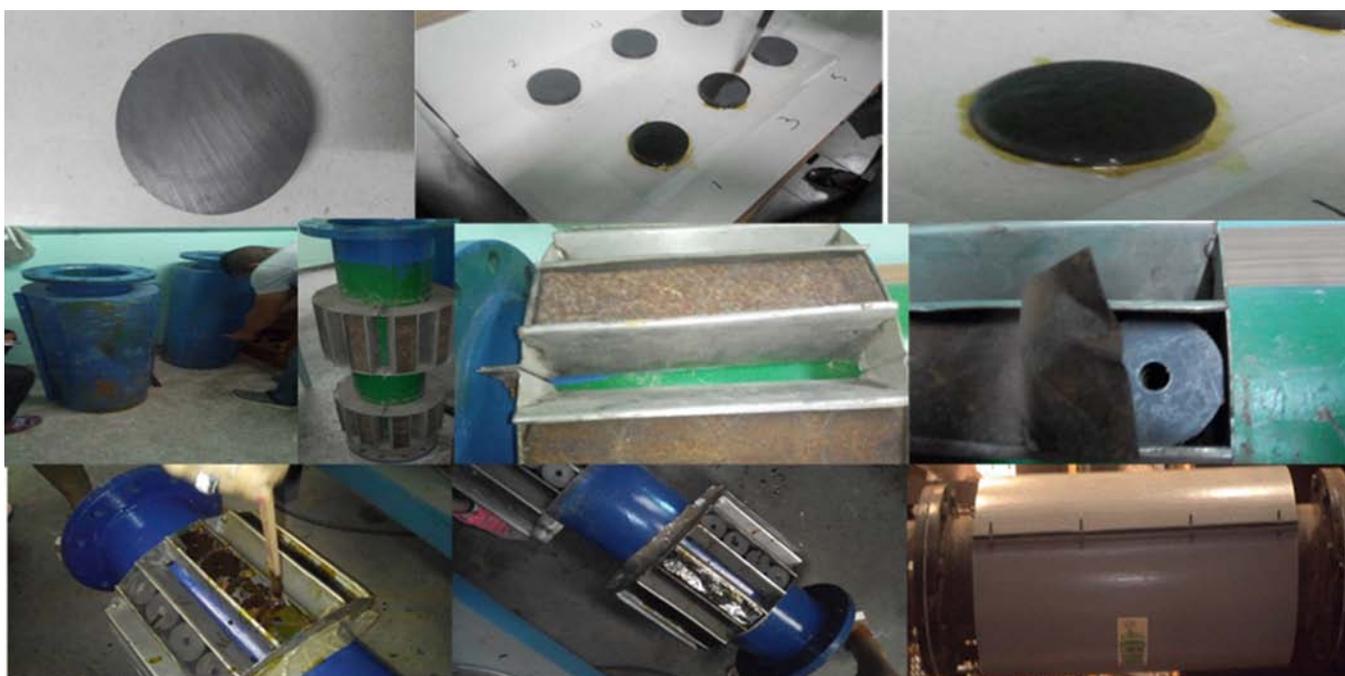


Figura 6. Fotos con las variantes para su ensayo de medición de la densidad del flujo magnético, así como de los pasos de aplicación.

Solución seleccionada

La formulación II fue seleccionada por cumplir con las exigencias en propiedades y en costos.

Efecto medioambiental

- Aprovechamiento de fuentes renovables de materias primas en la producción de las composiciones poliméricas furanoepoxídicas Fural.
- Producciones más limpias.

CONCLUSIONES

- Para ser empleada en el encapsulado anticorrosivo de los imanes del magnetizador AZU-MAG- 8, se evaluaron cuatro formulaciones, a partir de polímeros furánicos.

- Se realizó el estudio de la densidad de flujo magnético (B) para los imanes de neodimio, con capa de encapsulado y sin ella, (para las 4 formulaciones).
- No encontramos diferencias significativas del campo inducción magnética (B). con y sin capa de Fural en sus distintas formulaciones o con ellas.
- Se seleccionó la formulación II, por cumplir con las exigencias en propiedades y en costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Icidca. Resultados de los institutos cubanos de investigación, desarrollo e innovación en las tecnologías sobre azúcar y derivados; Editorial Icidca. La Habana. ISBN: 978-959-7165-60-6.
2. A. Gómez, C. Bernal, P. Frontini; Evaluación del comportamiento mecánico de resinas FAM con y sin modificación; Simposio Argentino de Polímeros 1995, Huerta Grande, Córdoba, Argentina.
3. L.A. Fasce, A. Gómez, C. Bernal y P. Frontini; Evaluation of mechanical properties in glass fiber and metal filler modified FAM resins; Seminario Latino Americano de Polímeros SLAP'96, Mar del Plata, Argentina.
4. Gómez, A. y colaboradores; Study of Furanic Polymeric Composites; MACROMOLECULAS HABANA'97.
5. M. Dopico, A. Gómez y otros; Aplicaciones de una nueva masilla en la recuperación de partes y piezas de metal, madera y hormigón; Rev. Plásticos Modernos; Vol. 80, No.529, pág.30-34; 2000.
6. Ramos, B. Gómez, A.; Seijo, A. y otros; Manual sobre recubrimientos de protección anticorrosiva para la industria azucarera; Libro: Editorial ICIDCA; ISBN: 978-959-7165-40-8; Número de Páginas: 50; Año 2013.
7. Diez, F.; Gómez, A.; El uso de los polímeros en el mantenimiento industrial; Revista INGENIERIA Y GESTION DE MANTENIMIENTO No.34, Año VII, 2004. Editorial "ALCION", España.
8. Gómez, A. y otros: Patente de Invención No. 21 755/1987, No. 929/1989, No. 22 355/1994, No. 23700/2011; (Cuba).
9. Gómez, A.; Cordobés, M y Pérez, I; Furanic polymers. Update and perspectives; Revista ICIDCA Vol. 51-No.2, pág.54-59; 2017.
10. Gómez, A., Cordobés M., Pérez, I.; Furanic polymers. Update and perspectives; Revista ICIDCA Vol. LI-No.2, pág.54-59; 2017.