

Instituto de Materiales y Reactivos Universidad de la Habana

Memorias 2004



C. Habana, 10 de Enero del 2005
Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas



Colegas y amigos,

El Instituto de Materiales y Reactivos de la Universidad de la Habana culmina otro año de esfuerzo y logros. Las memorias que les presentamos atestiguan ambos hechos.

Mirando estos últimos doce meses con satisfacción vemos que el Programa Nacional de Nuevos Materiales y Materiales de Avanzadas que nuestro Instituto coordina, es ya una realidad. El camino recorrido para llegar a esta etapa en que comienzan a realizarse los 32 proyectos de investigación del programa, ha sido largo. El Instituto puede con justeza sentirse orgulloso de su papel protagónico en la conformación y aprobación de este programa con una fuerte inclinación aplicada. El Programa nace con un vocación de contribuir de manera tangible al desarrollo económico y social del país. Por otro lado, este programa debe marcar una etapa nueva en el desarrollo de las investigaciones de materiales en Cuba. En él se reúnen a los principales centros del país dedicados a la investigación en ciencias y tecnologías de materiales. Cada proyecto aprobado auna a varios centros en pos de un objetivo científico técnico concreto. La red nacional de nanomateriales, creada hace varios años y dirigida desde nuestro Instituto, se consolida abjo su sombra.

Otro de los logros significativos de esta etapa ha sido el inicio de la tercera edición de la Maestría en Ciencia de Materiales con una matrícula creciente de estudiantes provenientes de los campos de la Química, la Física y la Ingeniería. Con esta tercera edición, la maestría se afianza en el espacio necesario que ha abierto en el escenario académico nacional. Si algo sobresalio esta año fue el elevado número de defensas de doctorados 8, y Maestrías 21, que se defendieron ya sea por trabajadores del centro o tutoradas por investigadores del Instituto.

La producción científica del IMRE se mantuvo entre las más altas y significativas del país. en el año que culminó los investigadores del Instituto publicaron 96 artículos, de los cuales 74 fueron en revistas internacionales. Otro logro de significación es la obtención de una patente europea en monolitos de zeolitas para uso de control medioambiental.

Como resultado de toda esta labor se obtuvieron cinco premios de investigación de La Universidad de la Habana; una distinción especial del Ministro de Educación Superior fue para nuestro investigador, el Dr. Edilso Reguera Ruiz. La Academia de Ciencias por su parte nos otorgó cuatro de sus premios anuales.

El IMRE por otra parte incrementó su aporte financiero a la educación superior cubana, a lo que contribuyó de manera especial el avance importante de las producciones y ventas de Láseres en el exterior, y la actividad de consultoría y diplomados.

La vocación social del Instituto se mantuvo lográndose el registro médico por cuatro años del equipo de terapia luminosa FOTOTER, cuya presencia en los consultorios del médico de la familia de la montaña y la ciudad se va consolidando. También se abren nuevos espacios en otras terapias antiinflamatoria con este versátil equipo diseñado y fabricado en nuestra organización. Se continuaron prestando servicios a la industria biotecnológica nacional y se culminaron con éxito las etapas previstas de dos proyectos de investigación conjuntos con el Polo del Oeste de la Capital. Otra contribución social de importancia fue la realizada en el análisis de muestras de sangre de pacientes aquejados de la enfermedad de Wilson, asociado a problemas metabólicos de origen genético, esta investigación se realiza en colaboración con el Instituto de Gastroenterología. Así mismo los trabajos medioambientales con análisis de contaminantes en la bahía de Cienfuegos y en suelos de cultivo intensivo continuaron realizándose con éxito.

Comenzamos el año de nuestro XX aniversario con renovado optimismo basado en la calidad humana de nuestro colectivo de trabajadores. Sin dudas el continúa siendo el principal protagonista de nuestros éxitos.

Queridos amigos,

Con el comienzo del 2005, le felicitamos con la certeza de que los logros alcanzados en estos veinte años de existencia no habrían sido posibles sin la ayuda de tantos y tantos amigos dentro y fuera de Cuba. Amigos que han creído en nuestra organización y la han hecho suya.

Felicidades !

Dr. Carlos Rodriguez Castellanos
Director



Instituto de Materiales y Reactivos
Zapata e/G y Mason
Vedado, CP 10400
Ciudad de la Habana
Cuba

Teléfonos: (+537) 870 5707,
(+537) 870 7666
Fax: (+537) 879 4651
web: imre.oc.uh.cu

Director

Prof. Dr. Carlos Rodríguez Castellanos
Doctor en Ciencias Físicas
Profesor Titular
dir@imre.oc.uh.cu
Teléfono: (537) 870 57
Fax: (537) 879 46 51

Subdirección de Postgrado

Dra. Nancy Martínez Alfonso (Subdirectora)
Doctora en Ciencias Químicas
nancy@imre.oc.uh.cu
Teléfono: (537) 870 76 66

Dr. Carlos Lariot
Doctor en Ciencias Físicas
lariot@imre.oc.uh.cu
Teléfono: (537) 870 76 66

Laboratorios

1. Polímeros (Dr. Ricardo Martínez)
2. Magnetismo (Dr. Francisco Calderón)
3. Semiconductores y Celdas Solares (Dr. Augusto Iribarren)
4. Tecnología Láser (Dr. Luis V. Ponce)
5. Análisis Estructural (Dr. Jorge Balmaseda)
6. Química de Materiales (Dr. Julio Cesar Llopiz)

Unidades de apoyo

Planta Piloto de Tecnología Química (Ing. Octavio Fundora)
Taller de Mecánica (Omar Cáceres)
Taller de Electrónica (Ing. Ricardo Pedrosa)

Subdirección de Investigaciones

Dr. Ernesto Estévez Rams (Subdirector)
Doctor en Ciencias Físicas
estevez@imre.oc.uh.cu
Teléfono: (537) 870 76 66

Dr. Carlos de las Pozas
Doctor en Ciencias Físicas
cdelaspozas@imre.oc.uh.cu
Teléfono: (537) 870 76 66

Subdirección de Economía

Dra. Isel Cortés Nodarse (Subdirectora)
Doctora en Ciencias Químicas
isel@imre.oc.uh.cu
Teléfono: (537) 870 57 07

Jefe del Departamento Administrativo

Armando Marchante Castellanos (Administrador)
Técnico en Economía
Teléfono: (537) 870 57 07

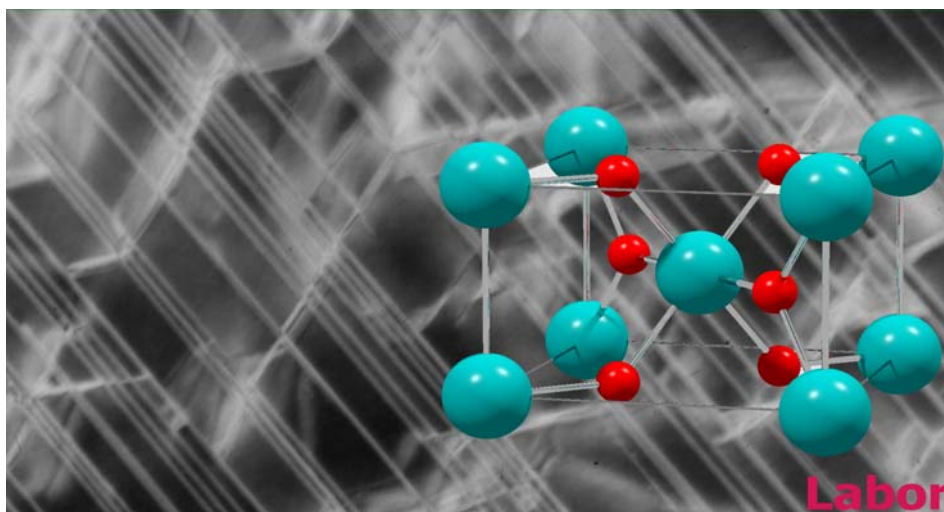
7. Laboratorio de Investigación en Química Analítica (Dr. Mario Pomares)
8. Laboratorio de Investigación y Servicios e Análisis Químico (Dr. Manuel Álvarez)
9. Laboratorio de Ingeniería de Zeolitas (Dr. Gerardo Rodríguez)

Red Informática (MC. Armando López)



Instituto de Materiales y Reactivos

Investigadores:	41	Artículos Publicados:	98
Docentes:	56	Trabajos en Eventos:	84
Reserva Científica:	8	Patentes Concedidas:	1
Total:	105	Patentes Solicitadas:	6
		Registros Obtenidos:	1
Doctores:	71	Libros y Monografías:	1
Maestros en Ciencias:	35	Doctorados Defendidos:	12
Ingenieros y Licenciados:	28	Maestrías Defendidas:	21



Laboratorios

Laboratorio de Semiconductores y Celdas Solares

Jefe del Laboratorio

Dr. Augusto Iribarren Alfonso

Integrantes

1. Dr. Mayra Hernández Sánchez
2. Dr. Guillermo Santana Rodríguez
3. Dr. Osvaldo Delgado Vasallo
4. Dr. Luis M. Hernández García
5. Dr. Juan Fuentes Betancourt
6. Dr. Elena Vigil Santos
7. Dr. José A. Rodríguez Pérez
8. Dr. Osvaldo de Melo Pereira
9. Dr. Aimee Arias-Carvajal Readigos
10. Dr. Julio Vidal Larramendi
11. Dr. Octavio Calzadilla Amaya
12. Dr. Ignacio Pérez Quintana
13. Dr. Orlando Hidalgo Alfonso
14. Dr. Erick Larramendi Cancio
15. Dr. María Sánchez Colina
16. Dr. Ernesto Marín Moares
17. Dr. Inti Zumeta Dube
18. M.C. Esperanza Purón Sopena
19. M. C. Lídice Vaillant Roca
20. M.C. Carlos Alonso Villasus
21. M. C. Julio César Rimada Herrera
22. M. C. Yudenia Sánchez González
23. M. C. René Ferro Fernández
24. M.C. Bernardo González Ramírez

25. Lic. Alina García González
26. Lic. Javier Martínez Pons
27. Lic. Olimpia Arias de Fuentes
28. Téc. Iraim Torres Irizarri
29. Téc. Elsa Hernández Rodríguez

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. C. Domínguez, J. A. Rodríguez, M. Riera, A. Llobera and B. Díaz. Effect of hydrogen-related impurities on the thermal behavior of mechanical stress in silicon oxides suitable for integrated optics. *Journal of Applied Physics*, 93 (9), (2003)5125-5130.
2. J. A. P. Lima, M. G. da Silva, M. S. Stiel, S. L. Cardoso, H. Vargas, E. Marín, and L. C. M. Miranda Measurement of mass diffusivity in air using thermal wave interference detection, *Review of Scientific Instruments*, 74, 2003, 433-436 .
3. J. A. P. Lima, M. G. da Silva, M. S. O. Masssunaga, S. L. Cardoso, H. Vargas, E. Marín, and L. C. M. Miranda Monitoring of gas diffusion in air using the TWI technique: Thermal diffusivity measurements made easy, *Review of Scientific Instruments*, 74, 2003, 842-844.
4. O. Delgado-Vasallo, J. L. Peña, E. San Martín Martínez, A. Calderón, G. Peña Rodríguez, M. R. Jaime Fonseca and E. Marín. Photoacoustic Determination of Iron Concentration in Corn Meal, *Analytical Sciences*, 19, 4 (2003), 599-602.
5. E. Marín, O. Delgado-Vasallo and H. Valiente, "A temperature relaxation method for measurement of the specific heat capacity of solids at room temperature in student laboratories", *American Journal of Physics* 71(10), (2003) , 1032-1036
6. O. de Melo, C. Vargas-Hernández, and I. Hernández-Calderón, "Strain relaxation during the layer by layer growth of cubic CdSe onto ZnSe", *Appl. Phys. Lett.* 82, (2003), pp. 43-45.
7. F. Fernández Lima, E. M. Larramendi, E. Purón, E. Pedrero, O. de Melo, D. L. Baptista, F. C. Zawislak,

"Structural characterization of epitaxial $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ semiconductor thin films by ion beam techniques", Journal Crystal Growth 253 (2003) 89-94.

8. J. Rodríguez, O. Hidalgo, S. Fernández, I. Ibañez, J. Liñares and J. R. Salguero, "A procedure to obtain the complete electromagnetic scattering properties at discontinuities between integrated optical waveguides", Journal of Modern Optics, Vol 50, 8, (2003), 1209-1224.

9. B. Díaz, J. A. Rodríguez, M. Riera, A. Llobera, C. Domínguez and J. Tutor, "Optical Properties of Silicon Rich Silicon Oxides deposited by PECVD". Microelectronics Journal, 35 (1) 61-63, (2003).

10. Arturo Morales-Acevedo, Guillermo Santana and Eric Morales-Tzompa, "Electronic Conduction in $\text{SiO}_2\text{:N}$ Thin Films Grown by Thermal Oxidation of Silicon in N_2O ", Thin Solid Films 436 (2), 477-480 (2003).

11. J. N. Ximello-Quebras, G. Contreras-Puente, J. Aguilar-Hernández, G. Santana-Rodríguez, "Physical properties of chemical bath deposited CdS thin films", Solar Energy Materials and Solar Cells, 83, (2004), 263-268.

12. O. Vigil-Galán, G. Santana-Rodríguez, J. Vidal-Larramendi, G. Contreras-Puente, R. Mendoza-Pérez y M. Hernández-Bojórquez, "Influencia del tratamiento térmico con CdCl_2 sobre las características finales de las celdas solares CdS/CdTe procesadas por transporte de vapor en espacio cercano", Revista Mexicana de Física, 50, (4) (2004) 353-357.

13. E. Vigil, B. González, I. Zumeta, Sergilus Docteur, Ana M. Peiró, David Gutiérrez-Tauste, Concepción Domingo, Xavier Domènech and José A. Ayllón, "The role of conducting-oxide-substrate type and morphology in TiO_2 films grown by microwave chemical bath deposition (MW-CBD) and their photovoltaic characteristics", J. of Crystal Growth 262, 366-374, (2004).

14. I. Zumeta, B. González, R. Espinosa, J. A. Ayllón, E. Vigil*, "Two-layer TiO_2 nanostructured photoelectrode with underlying film obtained by microwave-activated chemical bath deposition (MW-CBD)", Semicond. Sci. Technol. 19, L1-L4, (2004).

15. R. Espinosa, I. Zumeta, J. L. Santana, F. Martínez, B. González, S. Docteur, E. Vigil*, "Nanocrystalline TiO_2 photosensitized with natural polymers with enhanced efficiency from 400 to 600 nm", Solar Energy Materials and Solar Cells, (2004).

16. A. Iribarren, J. Fuentes Betancourt, "Estimation of drift mobility in InGaAsP semiconducting alloys from photoluminescence at 77 and 300 K", Microelectronics Journal, 35, 33 (2004).

17. E. Martínez, S. García, E. Marín, O. Vasallo, G. Peña Rodríguez, A. Calderón, J. M. Siqueiros "Dielectric and thermal properties of $x\text{PbTiO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$ polycrystals", Journal Material Science Vol 39 No. 4, (2004), 1233-1239.

18. O. Arias de Fuentes, L. Campanella, P. Contucci, F. Domínguez Lledo, R. Grossi, M. V. Russo, "Studio

sulla qualità delle acque di un fiume in ambito urbano". Il Rio Martin Perez a L'Havana. Ambiente, Risorse, Salute, Vol. III, No. 97(2004), 47-50.

19. O. de Melo, C. Vargas-Hernández, and I. Hernández-Calderón, "Strain relaxation during the layer by layer growth of cubic CdSe onto ZnSe", Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology (www.vjnano.org), enero 2003.

20. F. Mahmood, F. Castellón, L. Cota-Araiza, W. de la Cruz, M. P. Hernández y M. H. Farías, "Películas delgadas de carburo de germanio preparadas por ablación láser". Superficie y vacío, Vol. 16, (2003), 23-25.

21. E. Vigil, I. Zumeta, B. González, J. A. Ayllón, X. Domènech, "Sensitized Solar Cells Optimization: Study of growth of TiO_2 nanostructured film using microwave chemical bath deposition", Proceedings ISES Solar World Congress 2003, W5-21

Patente Solicitada:

1. "Método y aparato para el crecimiento de capas semiconductoras muy finas por epitaxia a capas atómicas", Autor: O de Melo, No. de Solicitud 2002-0049, Fecha de Solicitud: 1/3/2002.

Registro:

1. Registro Médico del FOTOTER 101 (2004-2009). Expediente I0030020311150 Código No. 79 IOB.

Laboratorio de Magnetismo

Jefe del Laboratorio

Dr. Francisco Calderón Piñar

Integrantes

1. Dr. Sergio Díaz Castañón
2. Dr. Abel Fundora Cruz
3. Dr. Oscar Ares Muzio
4. Dr. Sergio García García
5. Dr. Ernesto Altshuler Alvarez
6. Dr. Aime Pelaiz Barranco
7. Dr. Jorge Portelles Rodríguez
8. Dr. José Luis Sánchez Llamazares
9. Dr. Nelson Suárez Almodóvar
10. Dr. Gustavo López Nuñez

11. Dr. Arnaldo González Arias
12. M. C. Claro Noda Díaz
13. M. C. Jael C. Faloh Gandarilla
14. M. C. Reynaldo Font Hernández
15. M. C. Ariel Santana Gil
16. M. C. Irma González Arias
17. Lic. Melissa Mederos Vidal
18. Lic. Santiago García Rally
19. Lic. Rodney Bustamante Zalazar
20. Téc. Regina de Lahaye Torres

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. O. García Zaldivar, A. Peláiz Barranco, F. Calderón Piñar, H. Amorín González "Dielectric behavior of PLZT x/80/20 ferroelectric ceramics", *Ferroelectrics* Vol. 293, (2003), 203-210.
2. O. Raimond, R. Font, N. Suárez, J. Portelles, J. M. Siqueiros, "Effect of two kinds of FeNbO_4 precursors in the obtainment and dielectric properties of PFN ceramics", *Ferroelectrics*, Vol. 293, (2003), 141-154.
3. M. de la Paz, J. Portelles, J. M. Siqueiros; "Temperature induced growth away from (001) orientation in $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ films deposited by PLD", *Journal of Mat Science* 39, (2004), 2937-2940.
4. H. Amorín, J. Pérez, A. Fundora, J. Portelles, F. Guerrero, M. R. Soares, E. Martínez, J. M. Siqueiros; "Evidence of short-range antiferroelectric local states in lanthanum- and titanium-modified $\text{Sr}_{0.3}\text{Ba}_{0.7}\text{Nb}_2\text{O}_6$ ferroelectric ceramics", *Applied Physics Letters*, Vol. 83, (2003), No 21, 4390-4392.
5. E. Martínez, S. García, E. Marín, O. Vasallo, G. Peña Rodríguez, A. Calderón, J. M. Siqueiros "Dielectric and thermal properties of $x\text{PbTiO}_3-(1-x)\text{SrTiO}_3$ polycrystals", *Journal Material Science*, Vol. 39, No. 4, (2004), 1233-1239.
6. E. Arisi, S. A. Palomares Sánchez, F. Leccabue, B. E. Watts, G. Bocelli, F. Calderón, G. Calestani, L. Righi, "Preparation and characterization of AlVO_4 compound", *Journal of Material Science* 39 No. 6, (2004), 2107-2111.
7. E. Martínez, O. Blanco, A. Fundora and J. M. Siqueiros "Lead deficient PST Thin Films on LSCO/ SrTiO_3 by RF-Sputtering". *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* Vol. 784 © 2004 Materials Research Society C11.35.1
8. J. C. Faloh Gandarilla, S. Díaz Castañón, F. Leccabue, B. E. Watts; "Magnetic properties of Polycrystalline Sr- and Pb-M hexaferrites thin films grown by Pulsed Laser Deposition on Si/SiO₂ substrates" *J. Alloys and Compounds* 369 (2004) 195–197.
9. S. Díaz-Castañón, J. C. Faloh-Gandarilla, F. Leccabue, G. Albanese, "The optimum synthesis of high coercivity Pb-M hexaferrite powders using modifications to the traditional ceramic route", *J. Magn. Magn. Mater.* 272-276, (2004), 2221-2230.
10. G. López, P. H. Domingues b, J. L. Sánchez, "Microstructure and magnetic properties of $\text{Pr}_{95}\text{Fe}_5\text{C}_{15}$ ($15 = x = 65$) alloys". *Journal of Alloys and Compounds* 369, (2004), 155–157.
11. S. García, J. E. Musa, R. S. Freitas, and L. Ghivelder "Magneto-transport Study of Intra- and Intergrain Transitions in the Magnetic Superconductors $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ and $\text{RuSr}_2\text{Gd}_{1.5}\text{Ce}_{0.5}\text{Cu}_2\text{O}_{10}$ ", *Physical Review B*, 68, 144512-144519, (2003).
12. A. López, I. Souza-Azevedo, J. E. Musa, E. M. Baggio-Saitovitch, S. García; "¹¹⁹Sn-Mössbauer Spectroscopy of the Magnetic Superconductor $(\text{Ru},\text{Sn})\text{Sr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ". *Physical Review B*, 68, 134516-144523, (2003).
13. S. García and L. Ghivelder; "I-V curves and Intergranular Flux Activation Energy in the Magnetic Superconductor $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ", *Physical Review B*, 70, 052503-052506, (2004).
14. R. S. Freitas, J. E. Musa, L. Ghivelder, E. Baggio-Saitovitch, and S. García and L. Ghivelder; "Magnetic field dependence of the intragrain transition in $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ ". *Physica C*, 408-410, 191-192, (2004).
15. C. R. Acosta, M. Acosta, Victor Sosa, O. Arés and E. H. Brandt; "Comparative analysis of the complex susceptibility of YBCO films at different temperatures and magnetic fields". *Physica C*, 398, (2003), 152-156.
16. A. Hernández, O. Arés, C. Hart, D. Domínguez, H. Pastoriza and A. Butera; "Dissipation in Mesoscopic Superconductors with AC Magnetic Fields". *Journal of Low Temperature Physics*, Vol. 135, Nos1/2, April 2004, p. 119-122.
17. J. L. Sánchez LL, R. Bustamante Salazar, J. T. Elizalde-Galindo; "Análisis de fases y microestructura de aleaciones $(x)\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}(1-x)\text{Nd}_{70}\text{Cu}_{30}$ ($x = 10, 50$ and 75% wt.)", *E. Torres-Moye Rev. Mexicana de Física*, Vol. 50, Suplem. 1 (2004), 23-28.
18. Ma. P. Cruz, Jorge J. Portelles, J. M. Siqueiros, "Materials Research Society Symposium". *Proc.* Vol. 748, 2004 Materials Research Society, C11.34.1, Growth Reorientation with the annealing Temperature of $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ Films Deposited by PLD.
19. J. L. Sánchez Llamazares, F. J. Rivera-Gómez, E. Torres-Moye, C. F. Sánchez Valdés "Structural and magnetic characterization PrCo_x powders produced by high energy mechanical milling ($x = 4.6$ and 5)". *Proceedings of the XVIII International Workshop on High Performance Magnets and their Applications*, Annecy, France, August 29-September 2nd, 2004. **Eds D. Givord et al. pag. 421.**

Laboratorio de Análisis Estructural

Jefe del Laboratorio

Dr. Jorge Balmaseda Era

Integrantes

1. Dr. Pedro Pérez González
2. Dr. Edilso Reguera Ruiz
3. Dr. Federico Falcón
4. Dr. Jorge Balmaseda Era
5. Dr. Mario Juan Basterrechea Rey
6. Dr. Alma Valor Reed
7. M. C. Luisa Marleny Rodríguez Albelo
8. M. C. Cristy Azanza Ricardo
9. M. C. Osvaldo L. Estévez Hernández
10. M. C. Ricardo Martínez García
11. M. C. José Hiram Espina Hdez
12. M. C. Jorge Roque de la Puente
13. M. C. Joelis Rodríguez Hernández
14. M. C. Arbelio Pentón Madrigal
15. Lic. Marlen la Puente Delgado
16. Lic. Jorge Martínez García
17. Lic. Julio César Martínez García
18. Lic. Viviana Figueroa Espi
19. Téc. Lisette Navarrete Quesada

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. R. González, E. Reguera, J. M. Figueroa, J.L. Martinez Study of the influence of Nejayote and other additives on the cohesive strength and electric properties of carbon black agglomerates; Journal of Applied Polymers Science, 90 (2003) 3965-3972.
2. J. Balmaseda, E. Reguera, A. Gómez, J. Roque, C. Vázquez and M. Autie On the microporous nature of transition metal nitroprussides;; J.Phys. Chem. B, 107 (2003) 11360-11369
3. A. Paneque, E. Reguera, J. Fernández, H. Yee-Madeira Solid State Synthesis and Characterization of Bis- and Mixed Complexes of Iron(III) Protoporphyrin IX; , Structural Chemistry, 14 (2003) 551-558.
4. A. Martinez, R. Martínez, M. Ortiz, P. Ortiz, E. Reguera; Condensation product of furfuryl alcohol and urea: Synthesis and characterization; Industrial Croops and Products, 19 (2004), 99-106.
5. E. Reguera, J. Fernández, A. Paneque, H. Yee-

Madeira, Mechanochemical reactions between the probe and the matrix: A source of probable errors when IR spectra of acid bifluorides are recorded in alkali halide pressed disks;; Spectroscopy Letters, 37 (2004) 191-199.

6. E. Reguera, J. Balmaseda, J. Fernandez, A. Paneque, H. Yee-Madeira Complex formation of ferric protoporphyrin IX from the reaction of hemin with ammonia and small aliphatic amines;; Transition Metal Chemistry, 29(4)(2004): 451-456.
7. J. Guede, H. Yee-Madeira, G. Cabañas, E. Reguera, Mechanically Induced Instability in Fe₂Ti and Mechanical Alloying of Fe and Ti; J. Materials Science, 39(7) (2004), 2523-2528.
8. S. Stolik, A. Valor, S.A. Tomás, E. Reguera and F. Sánchez Determination of the thermal diffusivity of calcium salts of saturated carboxylic acids. International Journal of Thermophysics. 25(2) (2004):511-517.
9. R. Martínez, E. Reguera, J. Balmaseda, G. Ramos, H. Yee-Madeira Crystal structures of some nickel hexacyanoferrates (II,III);, Powder Diffraction 19(3) (2004): 255-264.
10. J. Fernández and E. Reguera, Matrix effect on the IR spectra of sodium and potassium hydrogen fluorides recorded alkali halide pressed disks;; Can. J. Anal. Sci. Spectrosc., 49(2) (2004): 95-98.
11. R. González, E. Reguera, J. M. Figueroa, F. Sanchez-Sinencio, Physicochemical changes in the hull of the corn grains during their alkaline cooking;; Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52 (2004): 3831-3837.
12. R. Martínez, E. Reguera, J. Rodríguez, J. Balmaseda, J. Roque Crystal structures of some manganese(II) and cadmium hexacyanoferrates (II, III) and structural transformations related to the sorption of Cs.; Powder Diffraction, 19(3) (2004): 284-291.
13. P. V. Pérez, F. L. Falcón, J. Griffith, Estudio de la reproducción de cristales en las masas cocida; ATAC., No. 1, (2004), 27-32.
14. R. Martínez-García, M. Ortiz, R. Martínez*, P. Ortiz, E. Reguera. "The condensation of furfural with urea". Industrial Crops & Products, 19 (2004), pp. 99-105.
15. J. H. Espina-Hernández, R. Grossinger, S. Kato, H. Hauser, E. Estévez-Rams, "New sensors for measuring M and H in high magnetic fields". Physica B-Condensed Matter. Vol. 346 (2004), 543-547.
16. E. Estévez-Rams, M. Leoni, B. Aragón-Fernández, P. Scardi, H. Fuess, "On the powder diffraction pattern of crystals with stacking faults". Philosophical Magazine, vol. 83 (2003), 4045-4057.
- J. H. Espina, R. Grossinger A pulse Field Magnetometer for Local Magnetization Measurements., J. Alloy and Compounds, 369/1-2 (2004), 235-238.

Laboratorio de Polímeros

Jefe del Laboratorio

Dr. Ricardo Martínez Sánchez

Integrantes

1. Dr. Jacques Rieumont Briones
2. Dr. Fabienne Barroso Bujans
3. Dr. Norma Galego Fernández
4. M. C. Marta Leida Príncipe Valdés
5. M. C. Lilliam Becherán Marón
6. M. C. Patricia Bernabé Galloway
7. M. C. Ariel Martínez García
8. M. C. Chavati Rozsa Galego
9. Lic. Danay R Dupeyron Martell
10. Lic. Guillermo Jiménez Alemán
11. Lic. Maykel Gonzalez Torres
12. Téc. Mercedes Hernández Fonseca
13. Téc. Carmen Morales Guerra

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. Viviana P. Cyras, Chavati Rozsa, Norma Galego, Analía Vázquez. "Kinetic expression for the isothermal crystallization of poly(3-hydroxybutyrate)-11%poly(3-hydroxyvalerate)" Journal of Applied Polymer Science. 94 (2004), pp. 1657-1666.
2. Chavati Rozsa, Danay Dupeyrón, Norma Galego, Viviana Cyras y Analía Vázquez, Sobre la miscibilidad de mezclas poliméricas de Polihidroxialcanoatos", Revista Iberoamericana de Polímeros, 5 (2004), pp. 55-66.
3. M. Trueba, A. L. Montero, J. Rieumont. "Pyrrole nanoscaled electropolymerization, effect of the proton". Electrochimica Acta 49 (2004), pp. 4341-4349.
4. Morales, V. León, E. Bordallo, J. Rieumont. "Adsorption and releasing properties of bead cellulose". Chinese Polymer Journal, 5 (2004), pp. 417-423.
5. E. Tejera, N. Brizuela, J. Rieumont, J. M. Nieto. "Fractal analysis in pigenetic differentiation of leukemic cells". Harmonic and fractal image analysis 94(2004), pp. 74-75.
6. Morales, M. Pérez, J. Rieumont. "Tops Mode approach to predict mutagenicity in dental monomers". Polymer 45(2004), pp. 2045.
7. L. Becherán-Marón, C. Peniche, W. Argüelles-Monal, "Study of the interpolyelectrolyte reaction between chitosan and alginate: influence of alginate composition and chitosan molecular weight", International Journal of Biological Macromolecules, 34 (2004), pp. 121-126.
8. R. Martínez-García, M. Ortiz, R. Martínez*, P. Ortiz, E. Reguera. "The condensation of furfural with

urea". Industrial Crops & Products, 19 (2004), pp. 99-105.

9. F. A. Esteve-Turrillas, A. Pastor, R. Mestres, R. Martínez. "Polímeros derivados de fenoximetilestirenos como adsorbentes de microcontaminantes orgánicos". VIII Congreso Nacional de Materiales (ISBN 84-9705-594-2). Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia (2004).

10. D. Flores, T. García, R. Martínez, A. Martínez, A. López, E. Ruiz. "Síntesis y aplicación del producto de condensación de la urea con el furfural en el cultivo de maíz". Cultivos tropicales, 25 (2004), pp. 83-87.

Laboratorio de Química de los Materiales

Jefe del Laboratorio

Dr. Julio César Llópiz

Integrantes

1. Dr. Guillermo Samalea Martínez
2. Dr. Walfrido Alonso Pippo
3. Dr. Eduardo Pérez Cappe
4. Dr. Nelson Alvarez Albelaiz
5. Dr. Néstor Fernández Fernández
6. M. C. Moisés Huertemendía Marín
7. M.C. Marcia Bustamante Sánchez
8. M. C. Mario F. García Sánchez
9. Ing. Kenia Otero Grau
10. Lic. Bárbaro Gutiérrez Montalvo
11. Téc. Gerlín Quintana Dolz
12. Téc. Nilo Torres Goicolea
13. Téc. Ania Alvarez Torres

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. P. Aranda, Y. Mosqueda, E. Pérez-Cappe, E. Ruiz-Hitzky, "Electrical characterization of PEO-clay nanocomposites prepared by microwave irradiation", J. Polymer Science, Part B: Polymer Physics. V41, 2003, 3249-3263.
2. F. Fernández Lima, V. M. Collado, C. R. Ponciano, L. S. Farenzena, E. Pedrero, E. F. da Silveira Laser Ablation of Csl analyzed by delayed extraction. Applied Surface Science 217 (2003) 202-209

3. E. Peón, E. Fernández, A. Jiménez, M. C. García, M. L. Escudero, J. C. Llópiz, J. C. Galván "Hydroxyapatite coating from sol-gel process", Proceedings of IX Conference on Metallurgical Science and Technology, CTM'03, T. Maestre & A. Robles, ISBN: 84-688-3770-9, 2003.

Patente Solicitada:

1. "Procedimiento para la radio-termólisis del carbonato básico de níquel bajo la acción de las microondas" 2004/0230 J. C. Llópiz, J. C. Pardo, W. Ricardo 18.10.04
2. "Procedimiento para la obtención de níquel metálico por acción de las microondas" 2004/0232 J. C. Llópiz, J. C. Pardo, W. Ricardo 18.10.04
3. "Procedimiento para producir aleaciones con memoria de forma bajo la acción de la energía de microondas y control de atmósfera".2004/0231 J. C. Pardo, J. C. Llópiz, C. Gastón 18.10.04
4. "Procedimiento ecológico para la apertura oxidativa de epóxidos esteroideos" 2004/132, E. Tacoronte, J. C. Llópiz

Laboratorio de Investigación en Química Analítica

Jefe del Laboratorio

Dr. Mario Pomares Alfonso

Integrantes

1. Dr. Mayra Granda Valdés
2. Dr. Ana Margarita Esteva Guas
3. Dr. Margarita Villanueva Tagle
4. M. C. Aristides Valdés González
5. M. C. Mercedes Fernández Monzón
6. M. C. Josefina Calvo Quintana
7. M. C. Ana Rosa Lazo Fraga
8. M. C. Ana Isa Pérez Cordovés
9. M. C. Magaly Guerra Echegarrúa
10. M. C. Félix Domínguez Lledo
11. M. C. Mairim Sosa Albertus
12. Lic. Mirella Peña Icart
13. Lic. Camelia Henríquez Hernández
14. Lic. Idania Carrillo Adams
15. Lic. Igor Botello González
16. Téc. Yamilé de la Nuez Pantoja

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. M. E. Díaz and M. Granda, "Determination of Thiocyanate within Physiological Fluids and Environmental Samples. Current Practice and Future Trends ". Reviews in Analytical Chemistry, 34»(2004), 9-23.
2. J. Tromp, M. Pomares, M. Alvarez, A. Cole, and E. Salin, "Robustness and the Role of Variation of Instrument Operating Conditions in the Automation of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)". Spectrochim. Acta Part., 58 (2003), 11, 1927-1944
3. G. Pina Luis, R. Badia, M. E. Díaz Garcia, I. A. Rivero, "Fluorometric Monitoring of Organic Reactions on Solid Phase". J. Comb. Chem. 6(2004). 391-397.
4. J. Calvo Quintana, L. Idrissi, G. Palleschi, P. Albertano, A. Amine, M. El Raíz, D. Moscone, "Investigation of amperometric detection of phosphate Applications in seawater and cyanobacterial biofilm simples", Talanta. Vol. 63 (3) (2004), pp. 567-574.
5. M. Villanueva, Y. Hernández, M. Catasús, "Aplicación de la Calibración Multivariada a la corrección del efecto matriz combinado en ICP – AES". Revista de Ciencias Química CENIC, 34(2003), 3, 139-148.

Laboratorio de Investigación y Servicios de Análisis Químico

Jefe del Laboratorio

Dr. Manuel Álvarez Prieto

Integrantes

1. Dr. Arnaldo Aguiar Castro
2. Dr. Maria B. Liva Garrido
3. M. C. Juan Jiménez Chacón
4. M. C. Aurelio Boza Carbonell
5. Lic. Sheyla Alleyne Veitia
6. Ing. Alvaro Montero Curbelo
7. Téc. Odalys Collazo García

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. Percio, A. M. Farias, A. de Luca Rebello Wagener, M. Bethlem Bastos, A. Tabel da Silva, A. Aguiar Castro, "Cathodic adsorptive stripping behaviour of guanine in the presence of copper at the static mercury drop electrode", Talanta 61 (2003) 829-835.
2. A. Aguiar Castro, A. de Luca Rebello Wagener, Percio, A. M. Farias, M. Bethlem Bastos, "Anodic

stripping voltametry of 1-hydroxypyrene at the thin-film mercury electrode - basis for quantitative determination of PAH metabolite in biological materials", *Analytica Chimica Acta* 521, 201-207 (2004).

3. S. Alleyne, C. de la Fé, I. Cortés, "Determinación secuencial de metales en suelos utilizando espectrometría de absorción atómica y nebulización no convencional", *Afinidad* (2003), Vol. 60, No. 507, 464-467.

4. M. C. Hernández, C. de la Fé, I. Cortés, "Sistema en flujo para la determinación de Pb en agua de mar con espectrometría de absorción atómica", *Afinidad*, Vol. 60, No. 508, Noviembre-Diciembre 2003, 525-528.

5. A. Boza Carbonell, J. Jiménez Chacón, I. Cortés Nodarse, "Determinación de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O y Na₂O en zeolitas naturales mediante descomposición a temperatura ambiente y espectroscopia de absorción atómica", *Afinidad*, (2004) 61, 511.

6. M. A. Arada, I. Cortés, M. Yazdani-Pedram, "Construction of a polymeric liquid-membrane ion-selective electrode (ISE) and its application for determination of nitrate in tomatoes", *J. Chil. Of Chem.*, (2004) 49(1), 31-34.

7. M. Arada, M. Yasdani-Pedram, I. Cortés, A. R. Lazo, M. Serrano, "Determination of nitrate in drinking water by ion selective electrode", *Rev. Cubana de Química*, Vol. XV, No. 3, 8-13 (2003).

8. M. A. Arada, I. Cortés, M. Yazdani-Pedram, J. J. Pérez Saavedra, "Effect of plasticizer type on the potentiometric selectivity coefficient () of electrodes for nitrate ion determination constructed by using PVC as polymeric membrane", *Revista Cubana de Química* Vol XV, No 3, 36-43, 2003

9. S. Alleyne, C. de la Fé, I. Cortés, "Determinación secuencial de metales en suelos utilizando espectrometría de absorción atómica y nebulización no convencional", *Técnicas de Laboratorio* (ISSN 0371-5728), No. 288 Enero/Febrero (2004), Tomo XXVI, p. 12-15.

10. M. E. Cañizares Graupera, M. Alvarez Prieto, "Advertencia a los usuarios de los adhesivos de alquil 2-cianoacrilatos para el selle de las heridas veterinarias", *Revista Electrónica de Veterinaria*, Octubre 2004, Número 10, www.veterinaria.org/revistas/redvet/.

Laboratorio de Ingeniería en Zeolitas

Jefe del Laboratorio

Dr. Gerardo Rodríguez Fuentes

Integrantes

1. Dr. Angel Rabdel Ruiz Salvador
2. Dr. Aramis Rivera Denys
3. Dr. Anabel Lam Barandela
4. Dr. Inocente Rodríguez Iznaga
5. M. C. Beatriz Concepción Rosabal
6. Lic. Tania Farias Piñeira
7. Lic. Dania Hernández Hernández
8. Téc. Omitsu O. Picazo Mozo

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. C. L. I. M. White, A. R. Ruiz-Salvador and D. W. Lewis, Pressure induced hydration effects in the zeolite laumontite. *Angew. Chem. Int. Ed.* 43 (2004) 469.

2. G. Rodríguez Fuentes, P. Ávila García, I. Rodríguez Iznaga, M. Gener Batista, M. Rebollar Barceló, M. Betancourt Laza, C. Covarrubias, R. Arriagada y R. García, "Nuevos materiales zeolíticos para la adsorción de Cromo (III) y (VI) de residuales industriales", Informe final Proyecto V.6, Monografía CYTED 2004.

3. T. Gibbs, C. White, A. R. Ruiz-Salvador and D. W. Lewis, "Effect of hydration levels and pressure on zeolite structure". *Proceeding of the 14th International Zeolite Conference* (Editors Eric van Steen, Linda Callanan, Michael Claeys) Published by Catalysis Society of South Africa ISBN 0-958-46636-X (2004) 1737-1745.

4. A. R. Ruiz-Salvador, A. Gómez, B. N. Diaz, Y. Ortega, D. W. Lewis, "Si Atoms in SAPO-31: A Computational Study". *Proceeding of the 14th International Zeolite Conference* (Editors Eric van Steen, Linda Callanan, Michael Claeys) Published by Catalysis Society of South Africa ISBN 0-958-46636-X (2004) 1439-1447

5. B. Concepción-Rosabal, G. Rodríguez-Fuentes, N. Bogdanchikova, P. Bosch y V. H. Lara, "Estudio de Ag-clinoptilolitas natural y sintética por Espectroscopia de Reflectancia Difusa (DRX) y Dispersión de Rayos X a Ángulo Pequeño (SAXS)", *Actas del IX Simposio en Física de Materiales* (Ensenada, México, 2004)

6. N. P. Jasso González, N. Bogdanchikova, B. Concepción Rosabal, M. Avalos Borja, "Estudio de Oxidación de Materiales Microbicidas de Ag-clinoptilolita", *Actas del IX Simposio en Física de Materiales* (Ensenada, México, 2004)

7. G. Rodríguez-Fuentes, M. A. Barrios Álvarez, A. Iraizoz Colarte y A. Rivera Denis, "ANTIÁCIDO NEUTACID: Tabletas masticables por 900 mg de NZ (zeolita natural purificada)", *Memorias 1ra. Jornada Ciencia y Técnica de QUIMEFA*, Rolando Gil editor, Génesis Multimedia CD ROM, ISBN 959-7124-60-2, Mayo 2004.

8. G. Rodríguez-Fuentes, M. A. Barrios Álvarez y A. Iraizoz Colarte, "ZZ Microbicida de Espectro Amplio", Memorias 1ra. Jornada Ciencia y Técnica, Rolando Gil editor, Génesis Multimedia CD ROM, ISBN 959-7124-60-2, Mayo 2004.

Patente Solicitada:

1. Elaboración de monolitos zeolíticos estabilizados hidrotermalmente para la depuración de fluidos. PCT/ES/00339. G. Rodríguez Fuentes, P. Ávila, J. Blanco, I. Rodríguez, M. Gener. 27 de enero del 2004.

Monografía

Título: ADSORBENTES EN LA SOLUCIÓN DE ALGUNOS PROBLEMAS AMBIENTALES.

Capítulo 11. LAS ZEOLITAS EN LA ADSORCIÓN DE IONES METÁLICOS Y PROCESOS TERAPÉUTICOS

Autor: Gerardo Rodríguez-Fuentes

Editor: Francisco Rodríguez Reinoso

Editorial: Ediciones CYTED

Edición: 2004

ISBN: 84-96023-20-6

Deposito Legal: A-478-2004

Laboratorio de Tecnología Láser

Jefe del Laboratorio

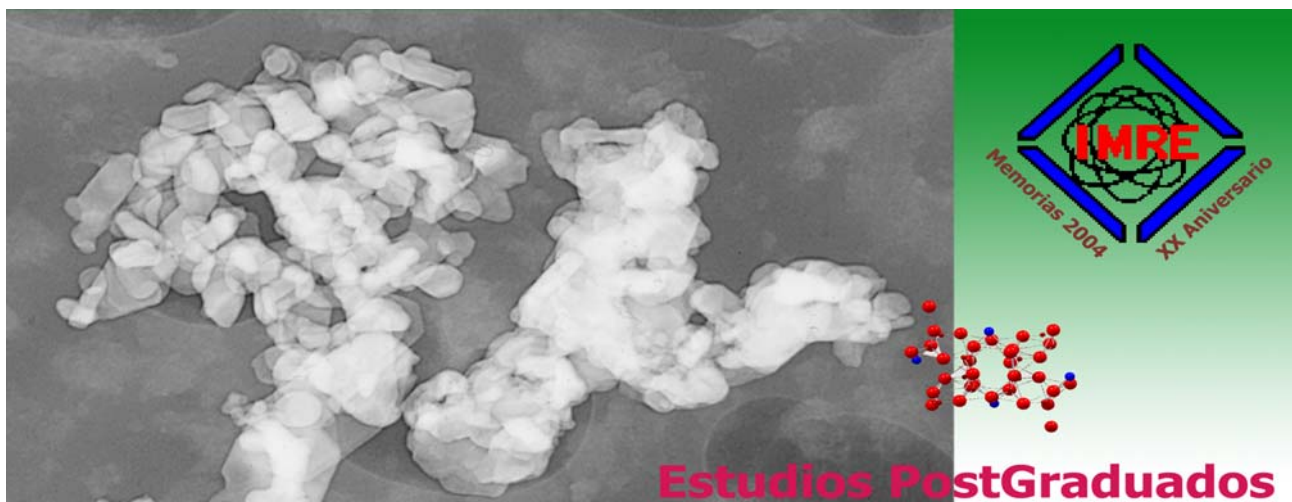
Dr. Luis Ponce Cabrera

Integrantes

1. Dr. Tupak García Fernández
2. Dr. Miguel Arronte García
3. Dr. Omel Mendoza Yero
4. M. C. Humberto Cabrera Morales
5. Lic. Ricardo Sis Moreira
6. Ing. José Luís Cabrera Oliva
7. Lic. Teresa Flores Reyes
8. Lic. Lesther Moreira Osorio*
9. Téc. Adalio Borges Borges

ARTÍCULOS PUBLICADOS

1. T. García, E. de Posada, Ruth Diamant and J. L. Peña, "Textured thin films grown at room temperature by laser ablation", Applied Physics A., 79, pp 919-921, (2004)
2. O. Mendoza Yero a,*, H. Cabrera Morales and A. Marcano, "Gaussian beam characterization using the thermal lens method", 5th Iberoamerican Meeting on Optics and 8th Latin American Meeting on Optics, Lasers and Their Applications, edited by A. Marcano O., J. L. Paz, Proc. of SPIE Vol. 5622 (SPIE, Bellingham, WA, 2004) · 0277-786X/04/\$15 · doi: 10.1117/12.590728
3. O. Mendoza-Yero, "Effects of off-axis laser beam propagation on beam parameters", 5th Iberoamerican Meeting on Optics and 8th Latin American Meeting on Optics, Lasers and Their Applications, edited by A. Marcano O., J. L. Paz, Proc. of SPIE Vol. 5622 (SPIE, Bellingham, WA, 2004) · 0277-786X/04/\$15 · doi: 10.1117/12.591567
4. O. Mendoza-Yero, L. Martí-López and R. A. Martínez-Celorio, "Roughness and gradient parameters for characterising shape uniformity of laser beams," Optics and Lasers in Engineering, vol. 39, no. 5-6, pp. 549-566, May-June 2003.



Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales

El programa de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales (CTM) es el único en el país. Comenzó en el año 2000 y cursa su tercera edición.

En los cuatro años de vida de la Maestría en CTM se mantuvo la colaboración del Centro Nacional de Investigaciones Científicas y la Facultad de Ing. Mecánica del Instituto Superior José Antonio Echevarría. Se incorporaron el Centro de Investigaciones Metalúrgicas y el Centro de Investigaciones del Petróleo. Investigadores Titulares de estos Centros han participado en tribunales de defensas y oponencias de las tesis de Maestría. Todos estos profesores han pasado a formar parte del claustro y de la bolsa de miembros de tribunales. En la última edición la red de instituciones colaboradoras se amplió a otras instituciones nacionales.

Profesores extranjeros invitados, algunos de los cuales son ya miembros del claustro universitario por otorgamiento, han venido a impartir cursos de créditos en la Maestría de CTM mediante diferentes esquemas de financiamiento y cooperación existentes. A la Escuela Internacional de Verano de Ciencia y Tecnología de Materiales asisten profesores invitados de variadas instituciones que imparten cursos de materias optativas del sistema de créditos de la maestría en CTM.

Entre los Centros Internacionales que apoyan las tesis se pueden citar de España los Departamentos de Química Inorgánica de las Universidades

de Barcelona, de Valencia y la Nacional de Educación a Distancia, los Departamentos de Química Inorgánica y de Analítica de la Universidad Autónoma de Barcelona, el Departamento de Analítica y Química Física de la Universidad de Oviedo, el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC), el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (CSIC), el Departamento de Química Analítica de la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona), la Universidad de Granada, la Universidad del País Vasco y el Instituto Oftalmológico de Alicante. En Brasil la Universidad de San Carlos, (Sao Paulo), el Instituto de Macromoléculas de la Universidad Federal de Río de Janeiro, la Universidad de Campina y el Instituto de Ingeniería Biomédica (Oporto). En México la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CICATA), el CINVESTAV (DF), la Gerencia de Medio Ambiente del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el Instituto Tecnológico de Tijuana, el Instituto Tecnológico de Toluca, el Centro de Materiales de Ensenada, la Universidad de San Luis de Potosí, la Universidad de Guadalajara y el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. En Francia el Centro de Termodinámica y Microcalorimetría del CNRS en Marsella y el Centro de Materiales del CNRS en Montpellier. En Italia el Centro Internacional para la Física Teórica

(ICTP) de Trieste, el Departamento de Química Analítica de la Universidad Roma I "La Sapienza", el Departamento de Química Analítica. Universidad Roma II. En Inglaterra el Laboratorio Faraday del Imperial Collage. En Alemania las Universidades de Chemnitz, de Darmstadt y de Mainz

El programa de maestría recoge ya tres ediciones en que ha ido creciendo gradualmente la matrícula y el número de especialidades o menciones. De una matrícula total de 30, hasta el momento han defendido sus tesis 9 estudiantes.

Centros Participantes:

Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC)

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

Centro de Biomateriales, Universidad de la Habana

Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET)

Centro Técnico de Desarrollo de Materiales de la Construcción (CDTMC)

Centro de Conservación, Restauración y Museología (CENCREM)

Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIME)

Tesis de Maestría en Ciencia de Materiales Defendidas Hasta La Fecha:

- 1) "Acción del láser infrarrojo sobre la cuprita y la malaquita." Doris Morejón Nellar.
- 2) "Estudio de la Cristalización de un Material Deformado en Frío". Yoel Fidalgo Rodríguez.
- 3) "Estudio y Caracterización de las Limas Cubanas". José A. Villalonga Viañez.
- 4) "Caracterización físico-química, mecánica y tribológica de un material base aluminio para la fabricación de cojines de deslizamiento".
Maestrante: Xenia I. Suárez Corrales.
- 5) "Estudio y obtención de fotoelectrodos sensibilizados para celdas solares". Bernardo González Ramírez.
- 6) "Estudio teórico – experimental de la perovskita $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{O}_{3-d}$, su actividad en la conversión de Co". Alejandro González Peralta.
- 7) "Preparación de potenciales soportes zeolíticos para la liberación de iones de interés farmacéutico." Tania Farías Piñeira.
- 8) "Estudio de la cristalografía de politipos

compactos y análisis por difracción de su desorden". Cristy Leonor Azanza Ricardo.

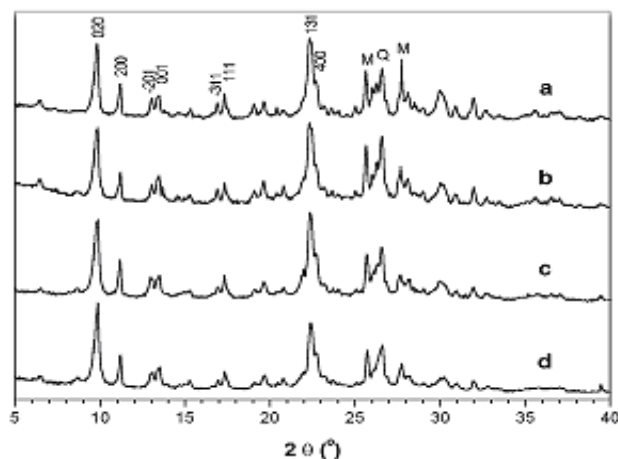
- 9) "Obtención de látex con funcionalidad carboxilo y su empleo en inmunodiagnostico". Elizabeth Rosado Balmayor.

Preparación de Potenciales Soportes Zeolíticos para la Liberación de Iones de Interés Farmacéutico.

MSc. Tania Farías Piñeira

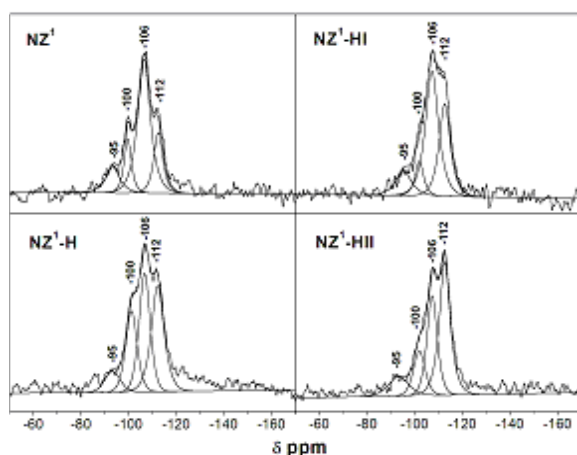
Tutores: Dra. Aramis Rivera Denis, Dr. Angel Rabdel Ruiz

Teniendo en cuenta las propiedades químico-físicas de la clinoptilolita natural purificada, en particular sus propiedades de intercambio iónico, su ausencia de efectos adversos y que cumple con todos los requerimientos de la Norma Ramal Cubana para ser usada en la Industria Médico Farmacéutica, unido a las múltiples aplicaciones biomédicas que presentan los iones potasio y litio, se obtuvieron y caracterizaron muestras de estas zeolitas enriquecidas en dichos iones y se evaluó de forma preliminar la liberación del potasio y el litio en medio acuoso. El comportamiento químico del material de partida y de las muestras enriquecidas en potasio y en litio se estudió a través de la evolución temporal del pH y la conductividad del medio acuoso. El análisis del contenido de cationes liberados en el tiempo se realizó por Espectrometría de Absorción Atómica (EAA).



Patrones de DRX de NZ^1 (a), y las muestras ácidas $\text{NZ}^1\text{-H}$ (b), $\text{NZ}^1\text{-HI}$ (c) y $\text{NZ}^1\text{-HII}$ (d)

Como materia prima se utilizó la clinoptilolita natural purificada del yacimiento Tasajeras, la cual fue sometida a una purificación adicional para eliminar las fases densas y las especies de hierro. El material obtenido se denominó NZ¹ y se utilizó para preparar las diferentes muestras intercambiadas. Las muestras enriquecidas en potasio, NZ¹-K1 y NZ¹-K2, se obtuvieron mediante transformaciones hidrotérmicas de NZ¹ con soluciones de KCl 1M y 2M, respectivamente. Se obtuvieron formas ácidas de NZ¹ (NZ¹-H, NZ¹-HI y NZ¹-HII), por diferentes métodos, (tratamiento con HCl diluido, intercambio con NH₄⁺ seguido de calcinación, y la combinación de ambos) para luego ser intercambiadas con litio. Se emplearon soluciones de intercambio de LiCl 1M y 3M y de LiOH.0.1M. Las materiales



Espectros RMN MAS de ²⁹Si y ²⁷Al de la zeolita de partida NZ¹ y las muestras ácidas NZ¹-H, NZ¹-HI y NZ¹-HII

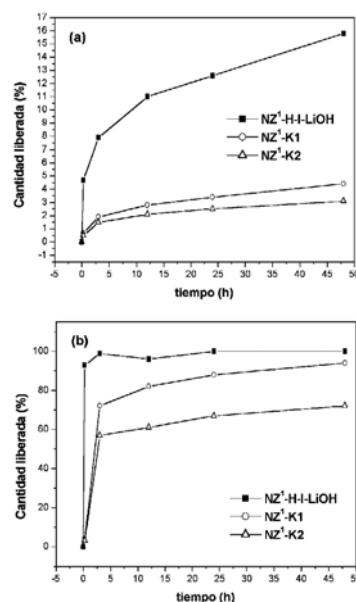
zeolíticos preparados se caracterizaron mediante diferentes técnicas como: EAA, DRX, RMN MAS, y Adsorción de Nitrógeno.

La evolución temporal del pH y la conductividad de los sistemas zeolita-medio acuoso se estudió a 37 °C y agitación durante 48h. Las mediciones se realizaron en celdas separadas y selladas para evitar la evaporación.

El incremento de la conductividad y el pH del sistema para ambas muestras zeolíticas está relacionado con el intercambio de los iones H⁺ del medio con los cationes nativos de la zeolita, y además con la disolución de fases secundarias presentes en los materiales. Se demostró además el carácter anfotérico de estas zeolitas. Se comprobó que las muestras enriquecidas en potasio, NZ¹-K1 y NZ¹-K2, conservan las características anfotéricas del material de partida, y que la muestra NZ¹-K1 libera una cantidad de potasio ligeramente superior.

Se demostró que los diferentes tratamientos ácidos y térmicos aplicados a NZ¹, para obtener las formas ácidas, no provocan cambios estructurales significativos según el empleo de diferentes técnicas de caracterización (DRX, RMN MAS y Adsorción de nitrógeno). También se comprobó un alto grado de incorporación de H⁺ en NZ¹, cuando se emplea el método de intercambio con amonio y calcinación.

A partir de las isoterms de adsorción de nitrógeno de la zeolita de partida y las muestras ácidas se determinó el volumen de microporo. Se pudo observar que el volumen de microporo aumenta con los tratamientos



Curvas de liberación de potasio y litio en función del tiempo en agua bidestilada (a) y en HCl 0.1 mol/l (b).

efectuados en la misma medida en que aumentan la cantidad de H⁺ presentes y los procesos de dealuminación en estas muestras ácidas.

Se comprobó que no se producen cambios estructurales significativos durante los tratamientos efectuados para la obtención de las muestras enriquecidas en litio. Se demostró un mayor grado de enriquecimiento en litio cuando se emplea una disolución de LiOH; así como que este tratamiento conduce a una realuminación del enrejado zeolítico.

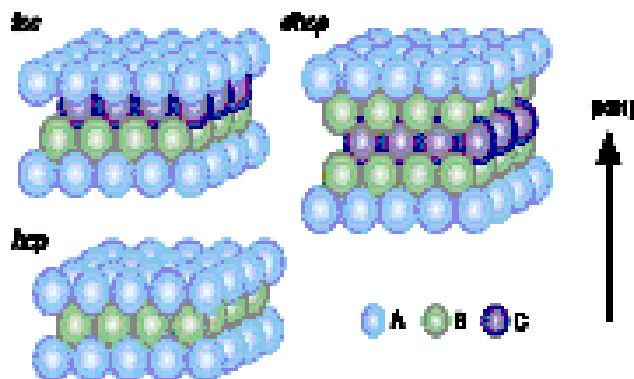
Se demostró que la liberación de potasio y litio de los materiales zeolíticos se ve favorecida cuando el medio de disolución es HCl y que el catión litio se libera más rápido y en mayor cantidad que el potasio, en ambos medios de disolución. Además se pudo comprobar que las muestras NZ¹-K1 y NZ¹-K2, no presentan diferencias significativas con relación a la liberación de potasio.

Estudio de la cristalografía de politipos compactos y análisis por difracción de su desorden.

MC. Cristy Azanza Ricardo

Tutor: Dr. Ernesto Estévez Rams

Las estructuras compactas son un caso particular de las estructuras de capas. Las estructuras de capas cristalinas se definen porque el cristal es perfectamente periódico en dos dimensiones y en la tercera dimensión se construye apilando en diferentes posiciones capas bidimensionales. Para las estructuras compactas, la capa bidimensional se puede describir por un arreglo de esferas agrupadas de la manera más compacta posible como muestra la figura 1. Muchos cristales de



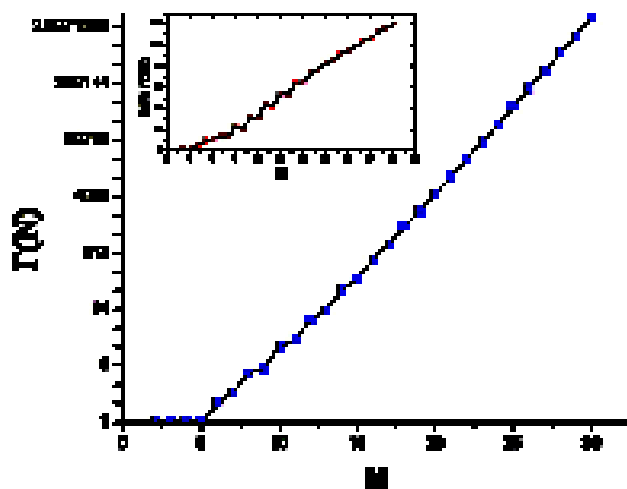
Estructuras Compactas simples: Hexagonal, Cúbica Centrada en las Caras, Doble Hexagonal
importancia son estructuras compactas, por ejemplo el Cobre y el Cobalto.

En las estructuras de capas el apilado puede no ser periódico. En tal caso el rompimiento de la periodicidad se conoce en la literatura como defecto de apilado. Cuando el apilado es periódico, una infinidad de posibilidades aparecen. A la familia de cristales que se diferencian solo por el orden de apilado se le conoce como politipos. También en el caso del estudio de defectos de apilado, como en la caracterización de politipos, una de las técnicas mas utilizadas es la difracción de rayos X.

Álgebra de las estructuras de capas compactas

Dada una cantidad N de capas, habrá un número

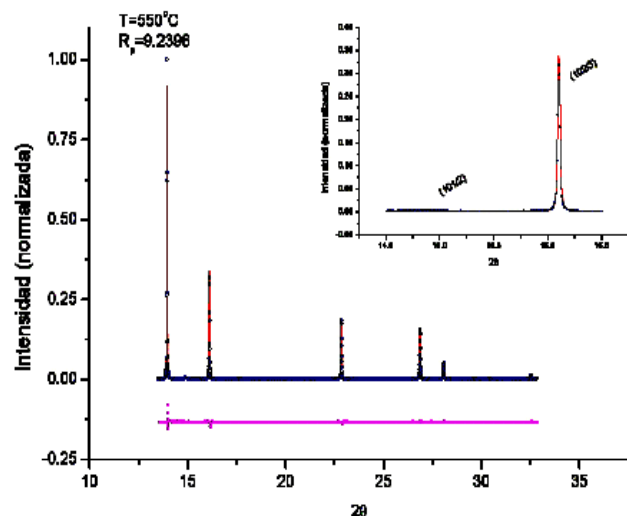
finito de posibles secuencias de apilado que no son cristalográficamente equivalentes. Llamemos a este número $\Gamma(N)$.



Número de politipos con el aumento de la periodicidad

El cálculo de $\Gamma(N)$ tropieza con el problema de que si pretendemos contar el número de politipos a partir de generar todas las posibles combinaciones, el número de estas crece como 2^N y se hace extremadamente grande para valores modestos de N. Esto obliga a abordar el problema de manera indirecta.

En esta tesis el cálculo de $\Gamma(N)$ se logra planteándose un problema de autovalores y autovectores con operadores de simetría definidos para el apilado compacto. De este modo se evita la enumeración directa de los politipos. La figura 2



muestra el valor de $\Gamma(N)$ para valores crecientes de N .

Caracterización por difracción de apilado en Co puro

Se puede demostrar que a partir del patrón de difracción es posible determinar la función de correlación de capas de un cristal compacto. El formalismo, desarrollado con anterioridad de forma teórica, es adaptado aquí a una metodología de ajuste experimental utilizando un procedimiento de mínimos cuadrados. La metodología se aplicó a un cristal de Co a diferentes temperaturas. Los experimentos fueron realizados en el ESRF en Francia y la figura 3 muestra un ajuste representativo.

El uso del formalismo evita la necesidad de introducir parámetros empíricos sin significado físico claro, por el contrario los parámetros de ajuste tienen una clara connotación física. La figura 4 muestra el comportamiento de la distancia de correlación entre las capas para el Co a diferentes temperaturas.

Defensas de Doctorados

En el 2004 el Instituto tuvo una destacada labor de defensa de doctorados. Se defendieron exitosamente 12 tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Físicas, Químicas, Farmacéuticas o Técnicas. De estos trabajos 7 correspondieron a investigadores o docentes del Instituto mientras el resto fue personal de otras instituciones que realizaron su trabajo bajo la tutoría de un investigador de nuestro centro.

Los trabajos defendidos fueron:

- 1) «Caracterización de materiales zeolíticos con potencial aplicación farmacéutica» Dra. Aramis Rivera Tutor: Dr. Gerardo Rodríguez
- 2) «Contribución al aprovechamiento integral de mineral Baritina» Dra. Omaidá González Quesada Tutores: Dr. Julio César Llopiz y Dra. Raquel María Acosta
- 3) «Matrices de ácido cítrico-etilenglicol para la liberación de sustancias bioactivas» Dra. Fabienne Barroso Tutores: Dr. Ricardo Martínez

y Dr. Mehrdad Yazdani-Pedram

- 4) «Estructura cristalina de ocho análogos de 1,4 dihidropiridinas. Regularidades estructurales en esta familia de compuestos» Dr. Julio Duque Rodríguez. Tutores: Dr. Ramón Pomés Hernández, Dra. Margarita Suárez y Dr. Edilso Reguera Ruiz
- 5) «Especiación de mercurio en agua de mar mediante técnicas acopladas con preconcentración y detectores espectrométricos» Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez Tutores: Dr. Jorge Ruiz Encinar, Dra. Margarita Villanueva Tagle, Dr. Alredo Sanz Medel
- 6) «Contribución de la técnica fotoacústica a la caracterización térmica y óptica de materiales» Dr. Osvaldo Delgado Vasallo Tutor: Dr. Ernesto Marín Moares
- 7) «Haces gaussianos policromáticos: propagación a través de sistemas ópticos simples» Dr. Omel Mendoza Yero. Tutor: Dr. Luis Martí
- 8) «Ferritas de LiZnTiMn para aplicaciones en microondas» Dr. Alberto Iglesias Cerveto Tutor: Dr. Arnaldo González Arias
- 9) «Contribución a la epitaxia a capas atómicas de los compuestos semiconductores II-VI» Dr. Erick Milton Larramendi Cancio Tutor: Dr. Osvaldo de Melo
- 10) «Nueva Técnica de medición para la caracterización de materiales magnéticos en campo pulsados» Dr. José Hiram Espina Hernández Tutores: Dr. Roland Grossinger Dr. Ernesto Estévez Rams
- 11) «Estudio, caracterización y aplicación de celdas solares y sensores en base a semiconductor nanocristalino» Dr. Inti Zumeta Dubé Tutor: Dra. Elena Vigil
- 12) «Obtención y caracterización de sulfuros semiconductores en nanoreactores zeolíticos» Dr. Humberto Villavicencio Tutores: Dr. Julio César Llopiz, Dr. Eduardo Pérez Cappe

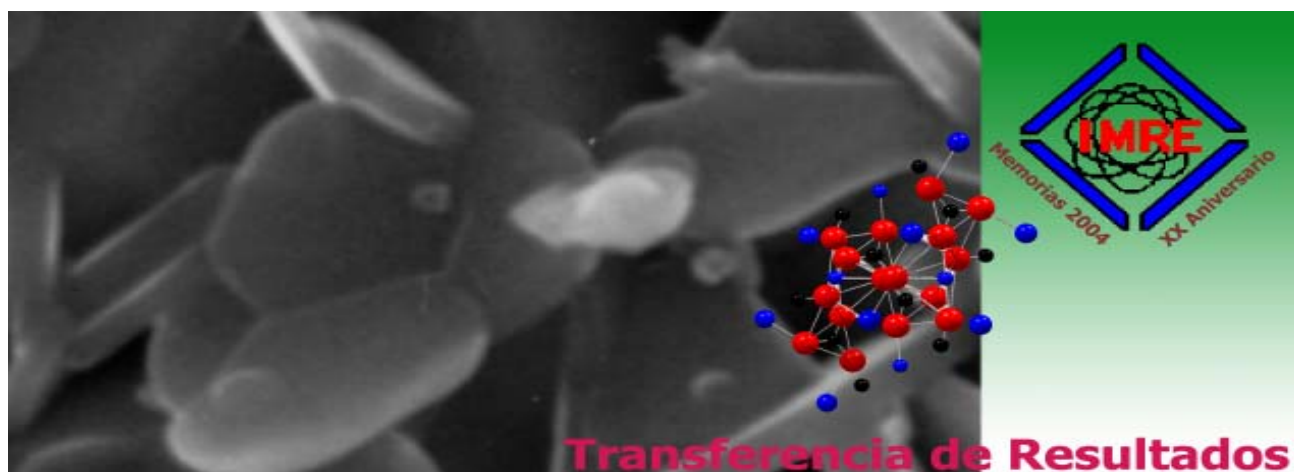
Defensas de Maestrías

El Instituto también contribuye a la formación de Maestros en Ciencias en Física y Química. El año que concluye se realizaron en el Instituto un total de 21 defensas de maestría.

Las maestrías defendidas fueron:

1. "Un Nuevo Método para la Estimación de la Incertidumbre Debida a la Calibración en la Espectrometría de Absorción Atómica", Grettel García Díaz. Instituto Nacional de Higiene de los Alimentos, Tutores Dr. Manuel Alvarez Prieto, Juan Jiménez
2. "Desarrollo y Validación de un Procedimiento Analítico para la Determinación de Dietiltoluamida en el Repelente NOPIK de Producción Nacional", Margarita Acosta Castellón \. MININT, Tutores Dr. Gonzalo Dierkskmeier Corchera, Dr. Manuel Alvarez Prieto.
3. "Aplicación de la Polarimetría Láser de Helio-Neón, en Sustancias de Interés Farmacéutico", Gladys Cossío Corral. CEADEN, Tutores Dra C. Pilar Marchante Castellanos, Dr C. Víctor Fajer Ávila, Dr. Manuel Alvarez Prieto.
4. "Procedimiento validado de muestreo y análisis de Haloperidol para el residuo de limpieza de los equipos de producción de la industria farmacéutica", Adaris López Marzo, Tutora Dra. Isel Cortés Nodarse.
5. "Potencialidades de la Función de Distribución Radial y la Dispersión Difusa en la Resolución de Estructuras Cristalinas". Aplicación al Estudio Estructural de Nitroprusiatos Autor: Joelis Rodríguez Hernández. Tutores: Dr. Ariel Gómez González, Dr. Edilso Reguera Ruiz
6. "Estudio de Hexacianocobaltatos (III) mediante adsorción de vapores". Autor: Lic. Jorge Roque de la Puente Tutores: Dr. Jorge Balmaseda Era., Dr. Edilso Reguera Ruiz.
7. "Caracterización de capas delgadas de CdO dopadas con Sn obtenidas por rocío pirolítico" Yudenia Sánchez González. Tutores: Dr. Osvaldo Vigil y Dra. Aimee Arias.
8. "Una novedosa vía de síntesis en la obtención de material catódico $\text{Li}_x\text{Ni}_{0.8}\text{CO}_{0.2}\text{O}_2$ " Yodalgis Mosqueda. Tutores: Dr. Eduardo Pérez Cappe y Dr. Nelson Alvarez Alvelaiz.
9. "Termólisis de los carbonatos básicos de níquel y cobalto bajo la acción de las microondas"

- Walter Ricardo, Tutor: Julio César LLópiz Yurell
10. "Estudio de la cristalografía de politipos compactos y análisis por difracción de su desorden". Cristy Azanza. Tutor: Dr. Ernesto Estévez
 11. "Interaccion Bipolar Magnetica en sistemas nanocristalinos" Julio Martínez. Tutor: Dr. Ernesto Estevez Rams.
 12. "Preparación de potenciales soportes zeolíticos para la liberación de iones de interés farmacéuticos." Tania Farías. Tutores: Dr. Angel Rabdel Ruiz Salvador y Dra. Aramis Rivera Denis.
 13. "Validacion de los metodos cromatograficos para la determinacion de pureza de los principios activos g-1, g-0 y uc-244 " Edel Jiménez López. Tutor: Dra. Nancy Martínez Alfonso
 14. "Desarrollo de un procedimiento para la identificacion caracterizacion y cuantificacion de lla mdma en tabletas y de la mdea en capsulas incautadas. Enrique Valdés More. Tutor: Dra. Ana Margarita Esteva Guas
 15. "Evaluacion ecotoxicologica de bioplaguicidas" Consuelo de la Caridad González Triana. Tutor: Dra. Nancy Martínez
 16. "Análisis de aguas del rio almendares. Ivette Mora Leyva. Tutores: Dra. Margarita Villanueva Tagle, Dr. Mario Pomares Alfonso, Dr. J. Francisco Santiago.
 17. "Empleo de 1-fluoril-3,3-dietiltiourea como ionóforo en sensores de cadmio y plomo". Ana Rosa Lazo. Tutor: Dr. Nelson Alvarez Alvelaiz.
 18. "Estudio de la adsorción de etano y etileno en absorbentes normales por cromatografía gaseosa inversa " Giselle Ileana Autié Castro. Tutores: Dr. Miguel A. Autie Castro, M.Sc. Magaly Guerra Echagarrua
 19. "Estudio y caracterización de una familia de 2(1H) Piridona". Idania Carrillo Adams. Tutora: Dra. Ana M. Esteva
 20. "Determinación de derivados del petróleo en casos investigados por el LCC". Marisa Aventín Caballero. Tutora: Dra. Ana M. Esteva
 21. "Bases para el manejo integrado de la cuenca del río Martín Pérez" Ibis Torres Hernández. CIMAB . Tutora: Dra. Cristina Díaz López



Aporte Social

EL IMRE continúa contribuyendo de manera significativa a la formación de Licenciados, Maestros en Ciencia y Doctores para otras instituciones nacionales. Este año se debe destacar de manera especial el elevado número de defensas exitosas de doctorados (9) y maestrías (21) realizadas por miembros del IMRE o auspiciadas por el instituto.

El Laboratorio de Investigaciones y Servicios de Análisis Químico del IMRE ha desarrollado un conjunto de tareas con impacto social en diversas esferas de importancia para el país. Entre ellas destacan el análisis de cobre en suero, sangre, orina y tejidos de pacientes con trastornos del metabolismo de ese metal y en particular los aquejados de la enfermedad de Wilson. Estas labores se han realizado en colaboración con el Instituto de Gastroenterología del MINSAP y han estado dirigidas al diagnóstico, tratamiento y seguimiento de pacientes aquejados de esos problemas clínicos. Durante el año se han realizado 2941 determinaciones del metal lo cual ha permitido llevar adelante las tareas clínicas con el interés de mejorar la calidad de vida de una parte importante del grupo de cubanos que padecen de trastornos del metabolismo del cobre. También se realizaron labores de servicios a solicitud de laboratorios de la industria farmacéutica. Estas labores permitieron precisar la composición química de materias primas empleadas en la industria de medicamentos, en particular en la Empresa de Medicamentos Carlos J. Finlay y los Laboratorios LIORAD. Otro trabajo a destacar es el realizado en colaboración con el Instituto Finlay sobre la determinación de metales pesados en muestras naturales. Se realizaron labores de servicios dirigidas a establecer la concentración de metales en aguas de mar con el interés de fijar líneas base para los estudios medio ambientales. Estas labores estuvieron vinculadas a la ejecución de inversiones extranjeras y hacer cumplir las leyes y reglamentaciones nacionales en la esfera medio ambiental. Se normalizó un

procedimiento analítico para la determinación de esos elementos en agua de mar, algo de que no se dispone en otros centros de investigaciones y servicios científico-técnicos.

Se continuó trabajando en la aplicación del equipo de terapia luminosa FOTOTER. Se logró implantar el sistema de calidad en la fabricación de los equipos y se fabricaron 100 unidades del mismo. Se introdujo en el ESAC la tecnología de fabricación de los punteros del FOTOTER. Este año se renovó el registro médico



y la licencia de fabricación. Se han recuperado treinta equipos que estaban en explotación desde 1996 en la Capital para que pueda continuarse su uso en las instalaciones médicas. Se participó en el evento nacional de inflamaciones y en el evento internacional de farmacología. Se continuaron las investigaciones en la influencia de la terapia luminosa en los niveles de eritrocitos y a nivel celular.

Durante este curso se amplió el conocimiento extramuros de la Cátedra de Energía Solar a partir de

Cátedra de Energía Solar se ha vinculado estrechamente a la actividad de la ONG Cubasolar. La Dra. Elena Vigil, Presidente de la Cátedra, encabeza la junta directiva de la Delegación Cubasolar de C. Habana y es miembro de la junta directiva nacional de Cubasolar, desde cuyas responsabilidades impulsó también la actividad de extensión universitaria de la UH. Además de las charlas organizadas por la Cátedra, en las que han participado conferencistas externos, se impartieron conferencias y charlas invitadas por la Dra. Elena Vigil:

1. Necesidades energéticas vs. calentamiento global, Olimpiadas Iberoamericanas de Física, MINED, sept. 2003

2. Hidrógeno solar, Taller Internacional de Cubasolar, Guantánamo, abril 2004

3. La energía solar, Reunión de Secretarios Generales del Sindicato de la Ciencia, julio 22, 2004

Una actividad importante fue la organización y celebración durante tres días del IV Taller de Energía Solar que tuvo lugar en el marco de la Escuela de Verano del IMRE. Participaron funcionarios del MINED, instructores del Centro de Tecnologías de Energía Renovable (CETER) y dos estudiantes extranjeros.

La Dr. Elena Vigil como Presidente de la Delegación Habana de Cubasolar y de la Cátedra de Energía Solar participó en la organización del Taller Provincial de Cubasolar celebrado en enero 2004. También se participó activamente en la organización y celebración del Taller Internacional Cubasolar celebrado en Guantánamo del 12 al 16 de abril del presente año.

La Cátedra organizó, diseñó y coordinó el Capítulo 2 sobre el desarrollo histórico, actualidad y perspectivas del uso de la energía en el curso "Hacia un desarrollo energético sostenible" que se comenzó a impartir por la TV los domingos.



Introducción de resultados

Se desarrollan 16 proyectos de introducción de resultados, que tienen como finalidad brindar productos, tecnologías, asesorías o servicios a empresas o instituciones nacionales, extranjeras o mixtas. Los mismos se relacionan a continuación:

1. Obtención de biocombustible y combustible sintético a partir de la biomasa cañera.
2. Servicios de análisis químico por FTIR para el polo del oeste.
3. Asesoría para la recuperación de válvulas electrónicas. .
4. Producción de Líquido refrigerante para la exportación de productos biotecnológicos.
5. Producción y comercialización de zeolita técnica ZZ.
6. Producción y comercialización de zeolita técnica NZ.
7. Introducción y desarrollo de equipo FOTOTER.
8. Láser para la desmetalización, corte y grabado.
9. Sistema láser para desespinado de Nopal.
10. Perforador Láser.
11. Sistema de grabado Láser en México.
12. Composites FURAL curados con catalizadores



latentes.

13. Desarrollo de factor de crecimiento con Urea Furfural.

14. Nanoencapsulación de proteínas.

Proyectos de Ciencia y Técnica

Proyectos Nacionales

1. Celdas solares en base a óxidos semiconductores nanoestructurados sensibilizados, E. Vigil, I. Zumeta, B. González.
2. Obtención de Carbones Microporosos para la Purificación de gases, M. Huertemendía.
3. Obtención de biocombustibles y combustibles sintéticos a partir de la biomasa cañera, Walfrido Alonso Pippo.

Proyectos Ramales

1. Determinación de tamaño de partículas por mediciones ópticas. M.P. Hernández, J. Martínez, A. Iribarren. PROL:
2. Desarrollo de equipos y tecnologías para el procesamiento de materiales con láser, Dr. Tupak García. PROL:
3. Sistemas y tecnologías para el procesamiento de materiales por láser, Dr. Tupak García. PROL:
4. Desarrollo de un sistema analítico basado en el análisis por inyección en flujo con detección espectrofotométrica para la determinación de Cr(III) y Cr(VI). Dr. Georgina Pina, MSc Ana Isa Pérez Cordovés

Proyectos Territoriales

1. Estudio de la Contaminación inorgánica de la Bahía de Cienfuegos. Programa Territorial de Ciencia y Técnica del CITMA en la Provincia de Cienfuegos denominado "Programa de Protección y Conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de la Provincia de Cienfuegos".

Proyectos MES

1. Gestión de información y proyectos sobre Nuevos Materiales y Nanotecnologías. Carlos Rodríguez.
2. Nanoencapsulación de proteínas para nuevas formulaciones. Centro de Inmunología Molecular-MES. Normal.

Proyectos Internacionales

1. Investigación de Drogas contra la Enfermedad de Chagas. Dr. Federico Falcón. Cuba-Chile
2. Cristalización de sustancias de interés médico y biológico. Dr. Federico Falcón. Cuba-España
3. Molecular Materials. Dr. Edilso Reguera. CONACYT. Cuba-México.
4. Cambios Físicos y Químicos en el grano de maíz durante su cocción en una solución de Ca(OH)_2 . Dr. Edilso Reguera. CONACYT. Cuba-México.
5. Microelectrodos integrados para la detección de impurezas en fase gaseosa. Dr. J. A. Rodríguez, Proyecto ICI. Cuba-España
6. Influencia del uso de soluciones tratadas magnéticamente en la morfología de películas de PbS y CdS preparadas por CBD con la aplicación de gradientes térmicos y ultrasonificación durante el crecimiento. Dr. O. Calzadilla, CGPI, Cuba-México.
7. Investigación, fabricación y caracterización de dispositivos fotónicos sobre nuevas estructuras en guías ópticas y moduladores electro-ópticos.. Dr. O. Hidalgo. CICY. Cuba-España.
8. Determinación de los factores de sensibilidad en compuestos ternarios semiconductores y sus aplicaciones a la caracterización de películas delgadas, Dr. Octavio Calzadilla y Dra. Mayra Hernández, CONACYT, Cuba-México.
9. Estudio cuantitativo de estructuras fotovoltaicas del tipo CdS/CdTe. Dra. Mayra Hernández. CONACYT. Cuba-México
10. Magneto-structural study of hexaferrite multilayers thin films obtained by pulsed laser deposition technique (PLD). Dr. Sergio Díaz. TWAS RG/PHYS/LA 99-232.
11. Proalerta, Dr. Francisco Calderón. CYTED
12. Degradation and Protection of Buildings under Maritime Tropical Climate, Dr. Manuel Álvarez, BMBF-CITMA. Cuba-Alemania.
13. Desarrollo de materiales microbicidas de espectro amplio en base a zeolitas intercambiadas con plata. Dr. Gerardo Rodríguez. CONACYT. Cuba-México.
14. Caracterisation et developement de zeolithes naturelles comme support de medicaments. Dr. Gerardo Rodríguez. MINVEC-CNRS. Cuba-Francia.

Redes Internacionales

1. "Measurements methods involving high magnetic fields for advanced and novel materials", Red ALFA, Dr. Ernesto Estevez Rams.
2. "Caracterización de Materiales con Propiedades Catalíticas y Adsorbentes". Red Tematica V.E CYTED, Dr. Gerardo Rodríguez.
3. "Tecnología de Sensores y Microsistemas", Red TESEO, MSc. Olimpia Arias.
4. "Mostradores de Información", Red IX-F CYTED, Dra. Nancy Martínez.
5. "Red Iberoamericana de Adsorbentes para la Protección Ambiental", Red V.F. CYTED. Dr. Gerardo Rodríguez
6. "Materiales Electrocerámico para Protección Industrial", Red PI VIII-13 CYTED, Dr. Francisco Calderón.

ELABORACIÓN DE MONOLITOS ZEOLÍTICOS ESTABILIZADOS HIDROTERMALMENTE PARA LA DEPURACIÓN DE FLUIDOS

G. Rodríguez Fuentes¹, P. Ávila García², I. Rodríguez Iznaga¹, Jesús Blanco², M. Gener Batista¹

¹Laboratorio de Ingeniería de Zeolitas, Instituto of Materiales y Reactivos, Universidad de La Habana, Zapata y G s/n, Vedado, La Habana 10400, Cuba.

²Dpto. Ingeniería de Procesos Catalíticos, Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Cantoblanco, 28049 Madrid, España.

La preparación de materiales en forma de monolitos de panal de abeja permite que el producto opere en condiciones de bajos valores de pérdida de presión durante el tratamiento del residual. Dos formas se han identificado para la preparación de monolitos de zeolitas: 1) Hacer crecer los cristales de la zeolita sobre la pared de un monolito previamente obtenido de material cerámico o metálico. 2) Obtener el monolito utilizando la zeolita como materia prima fundamental. La primera opción es recomendable cuando la zeolita es el catalizador de un proceso de alta velocidad de reacción. Esto permite disminuir las limitaciones de la velocidad global del proceso debidas a fenómenos de transferencia de materia, puesto que la zeolita se

deposita en una capa con un espesor de orden de micras. La segunda opción es la recomendada cuando la zeolita se utiliza en procesos de retención de contaminantes. En estos procesos se requiere disponer de la mayor cantidad de materia activa, para una superficie geométrica dada.

El reto tecnológico de fabricar monolitos elaborados con zeolitas radica en que la zeolita no puede perder sus propiedades físicas y químicas. La utilización de una zeolita heulandita-clinoptilolita de baja resistencia térmica (<400°C) determina que el procedimiento de estabilización del monolito no puede basarse en los tratamientos térmicos convencionales (~ 800°C) para la sinterización del material.

Se ha desarrollado un procedimiento para la elaboración de monolitos de zeolitas naturales o sintéticas, utilizando otros silicatos como aditivos que aporten propiedades reológicas que permitan el moldeo por extrusión en estructuras tipo "panal de abeja". Los monolitos obtenidos son estabilizados en sus propiedades mecánicas mediante el tratamiento hidrotermal con soluciones de silicato de sodio. El producto así obtenido es un monolito tipo panal de abeja que mantiene prácticamente inalteradas las propiedades físicas y químicas de la zeolita contenida, lo que permite su utilización como catalizador, adsorbente o intercambiador iónico en procesos industriales de depuración de fluidos. Los monolitos así obtenidos superan las deficiencias de otros estabilizados mediante tratamientos térmicos, que pueden dañar sensiblemente las propiedades de la zeolita, limitando su eficiencia en procesos de depuración de fluidos.

Tabla I. Propiedades físicas y químicas de los monolitos ZSN de 49 celdas

Resistencia a la compresión[kg.cm ⁻²]	720
Volumen de microporos [cm ³ .g ⁻¹]	0.009
Volumen de mesoporous [cm ³ .g ⁻¹]	0.073
Area superficie BET [m ² .g ⁻¹]	20.78
Porosidad [%]	39.13
Tamaño de poros [nm]	877.29

Las curvas con los resultados del estudio para determinar la distribución del volumen de poro acumulado y relativo como función del diámetro de poro para el monolito de 49 celdas aparecen en la figura 9. Este monolito posee una distribución bimodal de poros con máximos en 50 y 1000 nm. La porosidad mayor de 100 nm es producto de los espacios entre las partículas de zeolitas y los poros con dimensiones alrededor de 50 nm es debido a la porosidad de la sepiolita. Luego de 6 horas de tratamiento hidrotermal el volumen de poro acumulado y relativo decrece confirmando el proceso de ceramización del monolito y consecuentemente el aumento de la

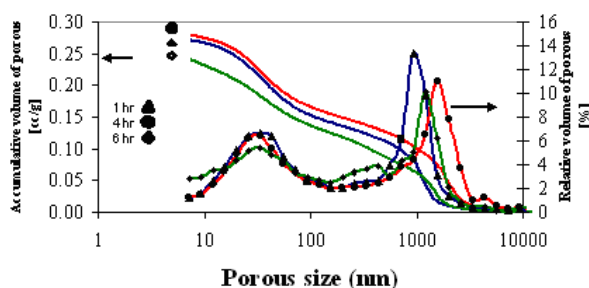
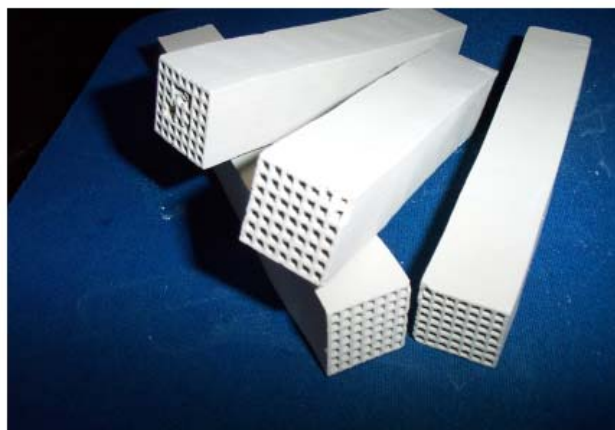


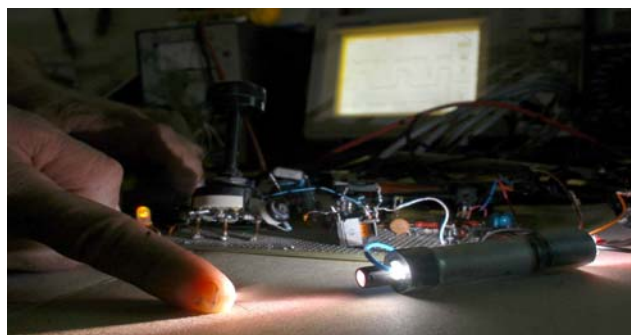
Figura 9 Distribución del volumen acumulado y relativo de poros como función del diámetro de poros de los monolitos de 49 celdas tratados hidrotermalmente durante 1 (azul), 4 (rojo) y 6 (verde) horas.

El monolito ZSN de 49 celdas mejora las propiedades de adsorción de las materias primas. El valor obtenido de la capacidad de adsorción del Cr(III) en el régimen que simula la recirculación resultó 2.7 veces la capacidad determinada en condiciones batch (0.90 meq/cm) para el material del monolito. Mientras que referido a la capacidad de intercambio de la clinoptilolita contenida en NZ (0.23 meq/g) representa 10.65 veces mayor. La capacidad de intercambio iónico del monolito estabilizado es superior a la clinoptilolita de partida debido a la cristalización de la zeolita P sobre la superficie de los cristales. La zeolita P posee una capacidad de intercambio iónico de 8 meq/gramo.



Laseres para aplicaciones medicas e industriales

El laboratorio de laser continuo sus desarrollos en el diseno y fabricacion de equipos laseres para aplicaciones industriales y medicas. Como parte del convenio de colaboración firmado con CICATA, dependencia del Instituto Politécnico Nacional de Tampico, México, se desarrolló una lanceta láser para



la extracción de muestras de sangre. Un método menos doloroso y más aséptico, porque la luz no transporta bacterias y abre una perforación muy pequeña en la piel. Hoy se montan cuatro prototipos para el proceso de registro en Cuba, y que pueda insertarse en el sistema de salud, lo cual su principal objetivo.

Otros dos proyectos financiados por empresas mexicanas toman curso. Se trata de dos modelos distintos para la remoción o limpieza de las espinas de la hoja del nopal -la planta de la tuna- y su fruto, ambos altamente consumidos en México. La eliminación de sus partes espinosas se realiza tradicionalmente con un cuchillo, lo cual provoca pérdidas de hasta el 40 por ciento, además de que el producto se descompone en cuatro horas. Al procesarlo con el láser, dura en buen estado todo un día.

El laboratorio se propone realizar importantes innovaciones para el mejoramiento de la infraestructura tecnica del Instituto. Se disenán sistemas para ser utilizados en investigaciones de nanomateriales y la biotecnología.



POLÍMEROS PORTADORES DE SUSTANCIAS REGULADORAS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.

Ricardo Martínez Sánchez, Fabienne Barroso Bujans, Ariel Martínez García, Mehrdad Yazdani Pedran

Diversas sustancias naturales y sintéticas se emplean para regular el crecimiento de las plantas. El rango de concentraciones efectivo en que actúan es muy estrecho. Por debajo no causan efecto y por encima pueden matar la planta. Tanto las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas (RCP) como las alelopáticas se han incorporado a matrices poliméricas mediante enlaces que se hidrolizan fácilmente con el fin de liberarlas controladamente (1). Entre las RCP se encuentran el triacontanol y los brasinoesteroides. Ambas se producen en laboratorios de la Universidad de La Habana y una de sus características es que son muy hidrófobas por lo que se requiere la preparación de emulsiones con diversos aditivos para poderlas asperjar. La posibilidad de incorporar una RCP a una matriz polimérica ofrece dos aspectos interesantes. Primero, producir un compuesto que se disuelva en agua o forme fácilmente emulsiones estables. Segundo estudiar los efectos sobre los cultivos de la liberación sostenida de la RCP.

La estrategia para la obtención de los productos deseados contempla los polímeros ramificados con grupos terminales hidrofílicos y ésteres de RCP y los polímeros anfifílicos lineales. Dado el alto costo de las RCP se trabajó con compuestos modelos: alcoholes alifáticos de cadena larga (ACL) en el caso del triacontanol (C30) y la diosgenina (D) en el de los brasinoesteroides.

Se estudiaron distintos tipos de polímeros en los que tanto el C30 como la D se unieron a las cadenas por enlaces ésteres.

1. Policondensados ramificados a partir del ácido cítrico, etilen glicol y los ACL.

El uso de las proporciones adecuadas de los reactivos evita que se alcance el punto de gelificación y permite obtener oligómeros con exceso de grupos carboxilo libres que no contengan más de un resto de RCP unido como éster (2). Los productos obtenidos forman dispersiones coloidales estables aunque, a medida que aumenta la longitud de la cadena del alcohol alifático se dificulta la formación de los soles.

2. Policondensados lineales a partir del polietilen glicol y los monocitratos de los ACL.

La masa molecular de los polímeros obtenidos depende de la temperatura y el tiempo de la reacción, del catalizador empleado y de la presencia de oxígeno. La solubilidad en agua se favorece cuando se trabaja

con productos de masa molecular baja derivados del polietilen glicol (PEG) de $M = 1500$.

La cinética de la reacción hasta valores de p entre 0,4 y 0,75 tiene un comportamiento de segundo orden. La k no depende del monocitrato del ACL (MCCx) pero disminuye con el incremento de la masa molecular del PEG como consecuencia de las reacciones paralelas de degradación del PEG.

La solubilidad de los productos disminuye con el aumento del largo de las cadenas alifáticas pero se forman emulsiones estables gracias a la formación de micelas.

3. Copolímeros de los monoitaconatos correspondientes a los ACL con acrilamida (AA) o vinilpirrolidona (VP) y copolímeros del hemimaleato de D con AA.

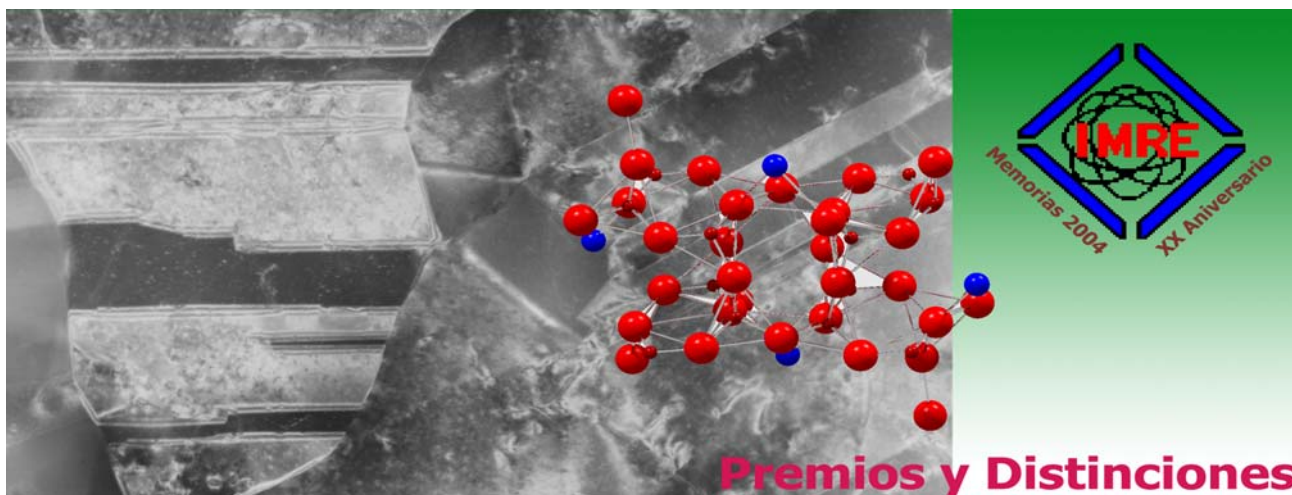
La copolimerización de los MC con la AA iniciada por el peróxido de benzoilo da valores de $r_1 r_2 < 1$, al igual que la copolimerización de los MC con la VP iniciada por el AIBN. Las curvas de F_1 vs. f_1 están muy cerca de la diagonal de modo que la composición de los copolímeros no difiere mucho de la composición de la mezcla de monómeros de partida.

Los copolímeros obtenidos son anfifílicos y solubles en agua para valores de F_1 que dependen del largo de la cadena alifática.

La solubilidad en agua de los copolímeros decrece en el orden $HMD-co-AA > MCC30-co-VP > MCC30-co-AA$.

REFERENCIAS

- (1) C. J. Bondreaux, W. C. Bunyard, C. L. McKormick. *J. Controlled Release*, **40**, 223-233, 1996.
- (2) Fabienne Barroso-Bujans, Ricardo Martínez, Pedro Ortiz. *Journal of Applied Polymer Science*, **88**, (2), 302-306 (2003).



Premios de Investigación del Instituto de Materiales y Reactivos

Los premios de investigación del IMRE se otorgan por la Dirección del Centro anualmente a los trabajos de investigación a propuesta del Consejo Científico.

Los premiados en el 2004 fueron:

1 Trabajo de mayor trascendencia y originalidad: «Superconductividad y ferromagnetismo: Estudio de una coexistencia antagónica» Dr. Sergio García

2 Mejor trabajo en la dirección de estudios fundamentales de las ciencias y las humanidades: «Superconductividad y ferromagnetismo: Estudio de una coexistencia antagónica» Dr. Sergio García

3 Mejor resultado en la dirección de nuevos materiales: «Obtención de nuevos materiales ferroeléctricos: el sistema PMN-PFN mediante un nuevo precursor y el BST dopado con Zr» Dr. Jorge Portelles, Dr. Nelsón Suárez, MC. Reynalfo Font, MC. Santiago García, Dr. Doris Rivera, Dr. R. Raymond, Dr. J. M. Siqueiros

4 Mejor resultado en la dirección de salud humana: «Labores de análisis químico para el diagnóstico y el tratamiento de trastornos del metabolismo del cobre y la enfermedad de Wilson» MC. Sheyla Alleyne, Dr. Felicia Pomar, Dr. Eneida Suárez, Dr. Manuel Álvarez, Dra. María Liva

5 Mejor resultado en estudios sobre el medio ambiente: «ZZ microbicida, intercambiador iónico y absorbente» Dr. Gerardo Rodríguez, Dr. María Aurora Barrios, Dr. Antonio Iraizoz

6 Mejor libro publicado: «Absorbente en la solución de algunos problemas ambientales» Dr. Gerardo Rodríguez

7 Mejor artículo publicado: «On the microporous nature of transition metal nitroprusides» Dr. Jorge Balmaseda, Dr. Edilso Reguera, Dr. Ariel Gómez, MC. Jorge Roque, Dr. Carmén Vázquez, Dr. Miguel Autie

8 Premio Circunstancial: «Contribución al levantamiento de la prohibición a autores cubanos a publicar en revistas científicas de los Estados Unidos» Dr. Edilso Reguera Ruiz, Dr. Regino González, Dr. L. Mendoza, Dr. J. M. Figueroa, Dr. F. S. Sinécio

9 Mejor Investigador: Dr. Edilso Reguera

10 Colectivo de investigaciones más destacado: Laboratorio de Semiconductores y Celdas Solares

Premios de Investigación Universidad de La Habana

Los premios de Investigación de la Universidad de la Habana se otorgan anualmente en diversas categorías y forman parte de una tradición universitaria que los hace muy valorados por el claustro, ya que se consideran un reconocimiento de los propios colegas a los premiados por la calidad de sus resultados. El IMRE este año obtuvo cinco premios incluyendo al mejor investigador y premio al mejor colectivo de investigación de la Universidad de la Habana. Especial mención tiene el premio circunstancial otorgado esta vez a «Contribución al levantamiento de la prohibición de autores cubanos a publicar en revistas científicas de los Estados Unidos», este premio recoge la batalla dada por investigadores de nuestro Instituto para dar a conocer las limitaciones impuestas a científicos cubanos para publicar en revistas científicas internacionales registradas en Estados Unidos. Como resultado de la labor de este colectivo publicaciones como el periódico *La Jornada* de México, *El País* de España así como la prestigiosa revista científica *Nature* publicaron sendos artículos reflejando el carácter discriminatorio de la medida tomada por el gobierno norteamericano.

Los premiados este año fueron:

- Colectivo de Investigaciones más destacado: Laboratorio de Semiconductores y Celdas Solares
- Profesor o Investigador más destacado en el trabajo científico: Dr. Edilso Reguera Ruiz
- Mejor resultado en la dirección de nuevos materiales: «Obtención de nuevos materiales ferroeléctricos: el sistema PMN-PFN mediante un nuevo precursor y el BST dopado con Zr» Dr. J. Portelles, Dr. N. Almodóvar, MC. R. Font, Dr. S. García, Dr. D. Rivero, Dr. O. Raymond, Dr. J. M. Siqueiros
- Mejor resultado en la dirección de estudios fundamentales de las ciencias y las humanidades: «Superconductividad y ferromagnetismo: estudio

de una coexistencia antagónica» Dr. Sergio García García

- Premio Circunstancial: «Contribución al levantamiento de la prohibición de autores cubanos a publicar en revistas científicas de los Estados Unidos» Dr. Edilso Reguera, Dr. Regino González, Dr. L. Mendoza, Dr. J. M. Figueroa, Dr. F. S. Sinecio

Premios de la Academia de Ciencias de Cuba

Los premios anuales de la Academia de Ciencias de Cuba constituyen el mayor reconocimiento nacional a los resultados de la investigación científica. Los investigadores y docentes del Instituto han recibido en los últimos cinco años 21 premios de la Academia de Ciencias de Cuba. Este año el número de premios se mantuvo en su media histórica obteniéndose cuatro premios. Este número de premios hace del Instituto, en unión a la Facultad de Física y Química, uno de los centros más premiados en esta edición.

Los premiados esta año fueron:

- «Superconductividad y ferromagnetismo: Estudio de una coexistencia antagónica» Dr. Sergio García García
- «Interacción de carbohidratos con aniones y cationes: cocción de maíz en una solución alcalina de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como contexto» Dr. E. Reguera Ruiz, Dra. A. Valor Reed, Dr. P. Ortiz del Toro, Dr. R. González, Dr. J. Fernández Beltrán, Dr. H. Yee Madeira, Dr. R. Martínez Sánchez, Dr. J. M. Figueroa Estrada, Dr. S. Stolik Isakina
- «Nuevos materiales ferroeléctricos relajadores» Dr. J. Portelles, MC. S. García, Dr. F. Guerrero, Dr. H. Amorín, MC. R. Font, Dr. N. Suárez, Dr. J. M. Siqueiros
- «Contribución cubana a la polimerización de compuestos furánicos» Dr. R. Martínez Sánchez, Dr. J. Rieumont Briones, Dr. A. Gandini, Dr. R. González, Dra. N. Galego Fernandez, Dr. Rubén Alvarez

Premios del XV Fórum de Ciencia y Técnica

Los trabajos premiados en el FCT reconocen la labor realizada por los investigadores la introducción de resultados y la recuperación de instalaciones experimentales. La cantidad de premios otorgados en esta edición atestiguan la vocación social de nuestros trabajadores que así contribuyen a que los resultados de la investigación sean motor del desarrollo económico y social del país.

Por los resultados alcanzados al centro, I fue otorgada la condición de Destacado Provincial

Premios IMRE

Ponencias Relevantes

■ «Producción industrial del microbicida ZZ» Dr. Gerardo Rodríguez, Dra. Isél Cortés, Víctor Contrera, MC. Aurelio Bouza, Ing. Octavio Fundora, Narciso Alonso, Dr. Juan Zamora, Arturo López Callejas

■ «Generalización de la terapia con diodos emisores de luz» MC Esperanza Purón, MC Ricardo Pedrosa, Jersy Vogt, Rita Tomarit, Adrián Torres, Lya Velazco, Nelsón Quesada, Francisco Borges, Dra. Isél Cortés, Dr. Juan Zamora, Gustavo López

■ «Especiación de Cr(III) y Cr(IV) mediante el uso de una zeolita cubana modificada acoplada a un sistema de inyección de flujo con detección espectrofotométrica» MC Ana Isa Pérez, Dra. Mayra Granda

■ «Recuperación, montaje y utilización de un espectrómetro de absorción atómica», Orestes Carballo, MC Sheyla Alleyne, Dra. María Liva, Dr. Manuel Álvarez, MC. Juan Jiménez, Odalys Collazo, Alvaro Montero, MC. Aurelio Bouza, Dra. Isél Cortés, Dr. Mario Pomares

■ «Automatización de mediciones de conductividad y de pH» MC Lya Velazco, MC Tania Farías

■ «Remodelación del depósito de sustancias

explosivas y peligrosas del IMRE» Dra. Isél Cortés, M. Hernández, Armando Marchante, MC. Sheyla Alleyne, Y de la Nuez, Ibrahim Torres, I, Rodríguez, A. García, MC Osvaldo Estévez, Lazaro Amador, MC Marcia Bustamante.

■ «Resultados del efecto antiinflamatorio del LED IR del FOTOTER sobre la inflamación inducida en ratas» MC Esperanza Purón, Ana I. Frías, Erick Alfonso, Angel Calzadilla, Yenisey Izquierdo, Carlos Dutok

■ «Desarrollo de un láser de Erblio para perforación de piel» MC José Luis Cabrera, Dr. Luis Ponce, MC Teresa Flores

■ «Analizador térmico espectral para materiales piezoeléctricos» Dr. Jorge Portelles, Víctor García, Pedro Casillas, Dr. Nelsón Suárez Almodóvar, Dr. Jesus M. Siqueiros

Ponencias Destacadas

■ «Separación de Níquel y Cobalto en licores amoniacaes mediante el uso del extrayente comercial LIX-84-I» MC Marcia Bustamante, Dr. Guillermo Samalea, Ania Álvarez, Nilo Torres

■ «Unidad experimental demostrativa de producción de bio-oil» Ing. Kenia Otero, Dr. Walfrido Alonso, Dr. Julio César Llópiz, Juan Fernández, José A. Pérez, Ing. Isys Stolik

■ «Validación de un equipo de adsorción de vapor de agua» MC Jorge Roque, J. Iglesias, Dr. Jorge Balmaseda, Dr. Edilso Reguera, MC Joelis Rodríguez, MC Ricardo Martínez, Dr. M Autie

■ «Nueva tarjeta inteligente para el control de motores de paso» Dr. José Hiram Espina

■ «Contribución al estudio de las nuevas y menos costosas celdas solares sensibilizadas» MC Bernardo González, Lic. Sergilus Docteur, Dr. Inti Zumeta, Dra. Elena Vigil

■ «Validación de procedimientos analíticos para la determinación de trazas en agua de lluvia» Odalys Cuilazo, MC Sheyla Alleyne, Patricia

Castellanos, Mercedes Pérez, MC Juan Jiménez, Dr. Manuel Álvarez, Dra. María Liva, Ing. Álvaro Montero, MC Aurelio Bouza, Dra. Isél Cortés

■ «Digestión total o parcial de sedimentos para la evaluación de la contaminación ambiental» Lic. Mirella Peña, Elvira Galí, Dr. Mario Pomares, Dra. Margarita Villanueva

■ «Plan de la calidad para el desarrollo y producción del FOTOTER-101» MC Ricardo Pedrosa, MC Esperanza Purón, Dra. Isél Cortés, Dr. Juan Zamora

■ «Contribución a la enseñanza de la calidad de los laboratorios de ensayo de análisis químico» Dr. Manuel Álvarez, MC Juan Jiménez, Dra. Isél Cortés, Dra. Nancy Martínez

Premios Municipales

■ «Producción industrial del microbicida ZZ» Dr. Gerardo Rodríguez, Dra. Isél Cortés, Ing. Víctor Contrera, MC. Aurelio Bouza, Ing. Octavio Fundora, Narciso Alonso, Dr. Juan Zamora, Arturo López Callejas

■ «Especiación de Cr(III) y Cr(IV) mediante el uso de una zeolita cubanamodificada acoplada a un sistema de inyección de flujo con detección espectrofotométrica» MC Ana Isa Pérez, Dra. Mayra Granda

■ «Recuperación, montaje y utilización de un espectrómetro de absorción atómica», Orestes Carballo, MC Sheyla Alleyne, Dra. María Liva, Dr. Manuel Álvarez, MC. Juan Jiménez, Odalys Collazo, Ing. Alvaro Montero, MC. Aurelio Bouza, Dra. Isél Cortés, Dr. Mario Pomares

■ «Automatización de mediciones de conductividad y de pH» Lya Velazco, MC Tania Farías

■ «Remodelación del depósito de sustancias explosivas y peligrosas del IMRE» Dra. Isél Cortés, M. Hernández, Armando Marchante, MC. Sheyla Alleyne, Y de la Nuez, Ibrahim Torres, Dr. I. Rodríguez, A. García, MC Osvaldo Estévez, Lazaro Amador, MC Marcia Bustamante.

■ «Analizador térmico espectral para materiales piezoeléctricos» dr. Jorge Portelles, Víctor García, Pedro Casillas, Dr. Nelsón Suárez Almodóvar, Dr. Jesus M. Siqueiros

Premios Provinciales

■ «Recuperación, montaje y utilización de un espectrómetro de absorción atómica», Orestes Carballo, MC Sheyla Alleyne, Dra. María Liva, Dr. Manuel Álvarez, MC. Juan Jiménez, Odalys Collazo, Ing. Alvaro Montero, MC. Aurelio Bouza, Dra. Isél Cortés, Dr. Mario Pomares

Una contribución cubana a la polimerización de los monómeros furánicos.

Ricardo Martínez Sanchez, Jacques Rieumont Briones, Alessandro Gandini, Regino González, Norma Galego Fernandez, Rubén Alvarez.

Premio de la Academia de Ciencias de Cuba 2004

La diferencia entre el comportamiento de los furanos y sus homólogos bencénicos en distintas reacciones es en muchos casos enorme. Ello se debe a que el anillo furánico presenta simultáneamente las características de un compuesto aromático, un dieno y un éter vinílico¹ unido a la facilidad con que los C2 y C5 participan en las reacciones de sustitución electrofílicas. En nuestro trabajo presentamos los resultados relacionados con dos tipos de polimerización: 1) La policondensación en que interviene la posición 5 del anillo furánico y 2) La poliadición radicalica y catiónica.

1) Policondensación.

Se estudiaron dos monómeros en cuya policondensación interviene la posición C5 del anillo: el furfural y el alcohol furfúrico (AF). La polimerización de ambos conduce a resinas coloreadas e insolubles pero por causas diferentes. La polimerización del furfural.

El estudio de la resinificación térmica del furfural a 100-250 °C permitió aislar y caracterizar los intermediarios Fu-CO-Fu-CHO (I) y $\text{Fu-CH}(\text{Fu-CHO})_2$ (II) y estudiar por primera vez las resinas

solubles de baja masa molecular³. La polimerización no es lineal ya que el intermediario II posee 3 puntos de ataque, el C5 del anillo y 2 grupos carbonilo.

La estructura de la resina producida en masa por la acción del ácido sulfúrico es similar y en ella predominan las secuencias trifuránicas. La abstracción del H terciario genera radicales libres estables, que delocalizados con dobles enlaces conjugados justifican la coloración del producto y su efecto inhibitor sobre la polimerización radicalica.

Mediante la fotopolimerización del furfural, así como por su copolimerización es posible obtener productos solubles. Se obtuvieron oligómeros de $X_n = 5$ con un grupo carbonilo por molécula y la unidad repetida $-\text{Fu-CH}(\text{OH})-$ mediante la luz solar o una lámpara de Hg de presión media

La copolimerización del furfural a través del grupo carbonilo se produce cuando la basicidad del comonomero es menor pero suficientemente alta como para formar un centro activo. Se obtuvieron copolímeros del furfural con el isopropenilbenceno empleando $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ como iniciado.

La polimerización del alcohol furfurílico.

El estudio de la polimerización del AF con el TFA, el ácido p-toluen sulfónico y el yodo bajo diferentes condiciones experimentales mostró que las reacciones colaterales que dan origen al color y a la reticulación son parte inseparable del mecanismo de la reacción, es decir, es imposible obtener un poliAF incoloro y lineal. El color se produce por un mecanismo análogo al que se presenta en la polimerización catiónica del vinilfuran y la reticulación sigue siendo una incógnita motivo de investigación. Nuestros resultados apuntan a que las ramificaciones comienzan desde el inicio de la polimerización y que son parte de la unidad repetida del polímero para masas moleculares inferiores a 3000 dalton.

Al no poder eliminar la insolubilidad y el color de los polímeros tratamos de obtener provecho de estas propiedades usando el poliAF como un

adsorbente y como una fotoresina.

Los adsorbentes fueron composites de gel de sílice y poliAF¹² o poliAF-acetaldehído. Los primeros se probaron como adsorbentes para HPLC y se comportaron como adsorbentes de fase reversa. Sin embargo, el poliAF se degrada por el paso del disolvente incluso cuando se prepararon composites con poliAF-acetaldehído y se sometieron a periodos de postcurado para incrementar la insolubilidad. Este fenómeno debe estar asociado al mecanismo de la reticulación.

Las fotoresinas se prepararon y usaron para hacer circuitos impresos. La resolución alcanzada en un patrón fotolitográfico fue de 5 mm y la de un patrón de interferencias obtenido con un láser UV (360 nm) fue de 0.23 mm.

2) Poliadicción.

La polimerización radicalica de los esteres vinílicos de la serie furánica. La acción inhibidora del anillo furánico.

Los esteres vinílicos de los ácidos furoico, furilacético, furilpropionico y furilacrílico sólo producen rendimientos bajos de oligómeros cuando se emplea una gran cantidad de iniciador (10-30%). La autoinhibición de la polimerización se debe al ataque de los radicales sobre el C5 del anillo furánico con la formación del dihidrofuran correspondiente, lo que se corrobora con la reacción entre el AIBN y el furano²¹. Los dihidrofuránicos formados fueron aislados y caracterizados por primera vez lo que permitió establecer definitivamente la acción de los radicales libres sobre el anillo furánico.

En dependencia de las cantidades relativas los compuestos furánicos pueden inhibir o retardar la polimerización radicalica de los monómeros vinílicos. Así, pequeñas cantidades del ácido furoico y otros compuestos furánicos producen el retardo de la polimerización del acetato de vinilo iniciada por AIBN. El estudio cinético del sistema indica que la retardación se debe no solo a la transferencia degradativa del macroradical sino también a la transferencia con el radical primario²², aspectos mecanísticos dilucidados por primera vez y que fueron acompañados de la modelación computacional. Los cálculos realizados con el método semiempírico MNDO están de acuerdo con la formación de radicales furánicos más estables que provocan el retardo.

La polimerización cationica de los alquenilfuranos.

Se estudió la polimerización del 5-metil isopropenilfurano (MIPF), isopropenilfurano (IPF), 5-metil vinilfurano (MVF) y vinilfurano (VF) con el ácido trifluoroacético y otros catalizadores.

Unos pocos artículos de carácter descriptivo sobre la polimerización del VF, que mencionan que la estructura del polímero es compleja, y uno cuantitativo preceden nuestro trabajo. El poliVF es coloreado y ramificado a diferencia de su homólogo bencénico, el poliestireno. Ello se debe a la participación de los H5 y Ha del VF en el mecanismo de la polimerización, establecido con la ayuda de la síntesis de compuestos modelos y el estudio de las polimerizaciones del MIPF que tiene sustituidos ambos H con grupos metilo, el IPF que tiene el H5 y el MVF que posee el Ha.

El MIPF polimeriza a -78°C y el producto tiene la estructura correspondiente a un polímero vinílico. A la temperatura ambiente se obtiene una mezcla de dímeros y oligómeros debido a que la temperatura de techo de la polimerización es baja.

La presencia del H5 en el IPF permite la alquilación del anillo furánico que compite con la propagación vinílica. Como cada reacción tiene una energía de activación (E_a) diferente, la estructura del polímero depende de la temperatura. A -78°C la reacción de alquilación es despreciable y se obtiene un polímero vinílico con una velocidad de polimerización del 1er orden. A la temperatura ambiente se produce una pseudocopolimerización en la que el IPF actúa como dos monómeros diferentes. Uno polimeriza por el doble enlace vinílico y el otro por la posición 5 del anillo furánico. Además se producen ramificaciones por la alquilación de los anillos pendientes de la cadena. El comportamiento cinético es del segundo orden. Se observa que la disminución de la reacción de sustitución electrofílica con la disminución de la temperatura depende del iniciador y del disolvente.

La presencia del Ha en los monómeros furánicos origina el color de los polímeros. El poliMVF es un polímero lineal coloreado independientemente de la temperatura a la que se

obtenga.

El VF presenta la mayor complejidad en su polimerización. A diferencia del IPF la E_a de la alquilación es inferior a la E_a de la propagación vinílica. Esto se refleja también en la formación del centro activo por la protonación del VF, que puede ocurrir por el carbono vinílico más hidrogenado o por la posición 5 del anillo, lo que produce un centro activo antimarkonikof. Este último se favorece a bajas temperaturas y a -22°C se obtiene un polímero cuya unidad repetida principal es $-(\text{Fu}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)-$.

A temperatura ambiente el mecanismo de la reacción incluye:

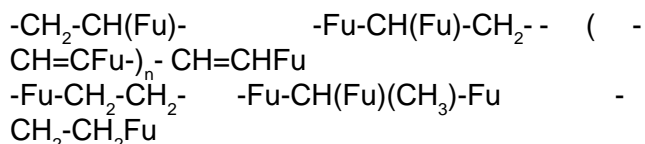
- La iniciación que genera los dos tipos de centro activo.

- La propagación por un esquema de pseudocopolimerización.

- La terminación por un mecanismo donde un centro activo abstrae un Ha de un grupo terminal vinílico generando un ión cuya carga positiva se estabiliza por delocalización y que luego cede un protón al contraíón para generar una cadena con dos dobles enlaces conjugados como grupo terminal. Esta especie continúa el proceso e incrementa la conjugación en las cadenas.

La complejidad del mecanismo se refleja en su comportamiento cinético de segundo orden con desviaciones hacia el primero o el tercero³⁴.

En la estructura del polímero están presentes las unidades:



En presencia de agua el VF polimeriza también pero lo hace pasando primero a metilfurilcarbinol, que polimeriza de manera análoga al AF.

El enfoque teórico de la polimerización de los alquenilfuranos por métodos de cálculo semiempíricos y ab-initio explica también la competencia de la posición C5 del anillo furánico y el doble vinílico por las especies electrofílicas.

Entre las conclusiones de este trabajo mencionaremos dos: 1) La posición C5 del anillo participa en menor o mayor extensión en todas las polimerizaciones en la que intervienen especies electrofílicas. 2) Los H unidos al mismo C que un anillo furánico son fuente de posibles reacciones que generen polímeros coloreados vía iones o radicales libres estables

Superconductividad y Ferromagnetismo: estudio de una coexistencia antagónica

Sergio García García

Premio de la Academia de Ciencias de Cuba 2004

La superconductividad (SC) y el ferromagnetismo (FM) son dos fenómenos cooperativos considerados tradicionalmente como excluyentes, ya que, en principio, implican un ordenamiento antagónico del spin de los electrones. La obtención de una nueva familia de óxidos de Rutenio y de Cobre en 1999, llamados rutenio-cupratos, $[\text{RuSr}_2(\text{Gd}, \text{Eu})\text{Cu}_2\text{O}_8]$ y $[\text{RuSr}_2(\text{Gd}, \text{Ce})\text{Cu}_2\text{O}_{10}]$, que presentan simultáneamente SC y FM, hizo que se retomara el tema del rol de las interacciones magnéticas en el establecimiento del estado superconductor con renovado interés. La posible coexistencia de estos dos fenómenos, la cual es objeto de intenso debate, posee una importancia que va más allá de su especificidad, pues constituye un problema científico que abarca conceptos generales sobre las interacciones de los electrones en la materia condensada. Fueron utilizadas técnicas de caracterización estructural (difracción de rayos-x, microscopía electrónica de barrido), magnéticas (susceptibilidad ac y dc), y de transporte eléctrico (resistividad en función de la temperatura, magneto-resistencia, curvas de disipación I-V, y densidad de corriente crítica para temperaturas hasta 2 K y en presencia de campos magnéticos de hasta 9 T) así como espectroscopia Mössbauer de transmisión (isótopo de ^{119}Sn enriquecido). La contribución del presente trabajo es que demuestra, sobre bases cuantitativas que la superconductividad y el orden ferromagnético coexisten e interaccionan entre sí, acomodando espacialmente sus respectivos

parámetros de orden. En particular, fueron demostrados tres puntos esenciales a favor de la coexistencia: a) que el valor del campo magnético en los planos ferromagnéticos es del orden de 5 T, favoreciendo el establecimiento de una juntura π en ellos, lo que minimiza el efecto de ruptura de pares superconductores y permite el establecimiento del estado superconductor en todo el volumen (Fig. 1), b) que los efectos de granularidad intragranular, interpretados por otros autores como prueba de la

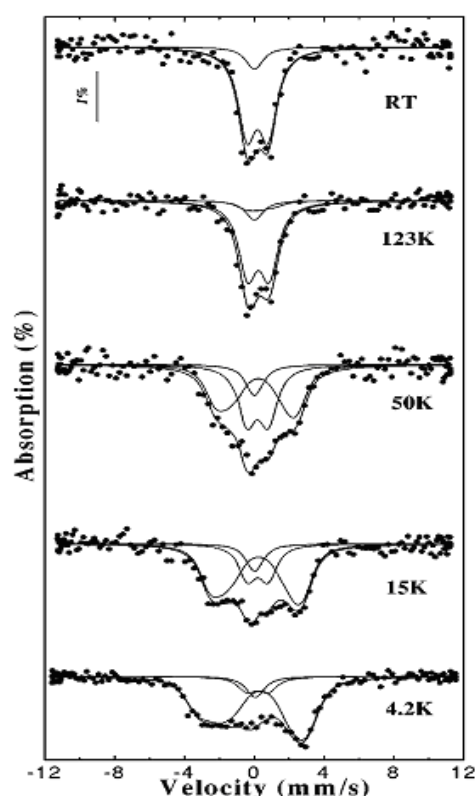


Fig. 1. Espectros Mössbauer del sistema $^{119}\text{Sn}:\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ colectados a diferentes temperaturas. Los ajustes corresponden a las diferentes configuraciones locales para el Sn en el compuesto. El campo magnético sobre los planos RuO_2 que separan a los planos superconductores CuO_2 es de 5T a 4.2 K, lo que favorece el establecimiento de una fase p para el parámetro de orden superconductor y minimiza el efecto de rompimiento de pares de Cooper por los planos ferromagnéticos.

no coexistencia, pueden ser interpretados completamente en base a la existencia de junturas Josephson intrínsecas creadas por las fronteras de defectos de largo alcance entre dominios estructurales nanométricos y c) que las propiedades de transporte eléctrico superconductoras tienen una clara correlación con las transiciones magnéticas. En particular, la reorientación de los momentos del la subred del Rutenio para $H = 0.1$ T se manifiesta en un cambio abrupto en la dependencia con el campo magnético de la temperatura de la transición superconductora intragranular y de la energía de activación de los vórtices intergranulares. Este trabajo constituye, por tanto, una contribución importante al conocimiento de uno de los temas más novedosos en la física de los materiales.

Interacción de carbohidratos con aniones y cationes: Cocción del maíz en una solución alcalina de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como contexto.

E. Reguera Ruiz, A. Valor Reed, P. Ortíz del Toro, R. González, J. Fernández Beltrán, H. Yee Madeira, R. Martínez Sánchez, J. M. Figueroa Estrada, S. Stolik Isakina

Premio de la Academia de Ciencias de Cuba 2004

La interacción entre carbohidratos y sales, en particular azúcares neutros y sales puede considerarse un tema poco estudiado, de acuerdo al número de publicaciones al respecto. En particular, los estudios reportados orientan su atención a la interacción entre el azúcar y el catión de la sal ignorando que el anión, también presente es parte del complejo. Tal falta de consideración al papel del anión ha estado motivada

por el hecho de que los estudios reportados se han centrado en aquellos casos donde la disposición de los grupos OH del azúcar favorece la interacción con el catión y para estudiarla se han elegido sales con cationes de tamaño y configuración electrónica apropiada para observarla.

En el estudio que sustentó este trabajo se ha partido de una premisa diferente, esto es, se han considerado sales de cationes poco favorables para la interacción con los grupos OH del azúcar con el propósito de favorecer la interacción de este con el anión. Estos estudios se realizaron empleando como contexto e infra-estructura una investigación acerca de los cambios físicos y químicos que ocurren al grano de maíz cuando este se somete a cocción en una solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. En términos de % en peso el grano de maíz se compone de endospermo (80-85), germen (10-12) y pericarpio (3-5). El endospermo está compuesto mayoritariamente de almidones; en el germen están presentes también almidones acompañados de azúcares, grasas (fracción mayoritaria), proteínas y algunos minerales, mientras que en la composición del pericarpio participan mayoritariamente celulosas y hemicelulosas. De modo que para comprender lo que sucede al grano de maíz durante su cocción en una solución alcalina de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hay que estudiar y entender lo que está ocurriendo bajo esas condiciones a los diferentes carbohidratos que lo componen.

Desde tiempos pre-hispánicos el maíz ha sido la base de la alimentación de los pueblos de Meso-América, en particular, de lo que es hoy México y Guatemala. Para su consumo estos pueblos sometían, y someten, el grano de maíz a un proceso de cocción de unos 30 minutos en una solución acuosa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, seguido de un reposo de unas 12 horas. Los granos sometidos a este proceso de cocción luego se lavan para eliminar el licor de cocción y restos de pericarpio. A partir de los

granos así tratados se prepara una masa conocida como *nixtamal* que constituye la base para preparar tortillas y otros muchos alimentos en base de maíz. Como los pre-hispánicos de esta región llegaron a este tratamiento aún se desconoce con certeza pero lo cierto es que este proceso mejora las características nutritivas del maíz ya que incorpora Ca, hace bio-disponible algunas proteínas, entre ellas la niacina, mejora la relación leucina-isoleucina, proporciona adecuadas propiedades físicas y sensoriales a la masa y la tortilla y favorece su conservación [1]. De hecho, pueblos que han basado su alimentación en maíz pero sin hacer uso de dicho tratamiento han padecido enfermedades como la pelagra relacionada con la no bio-disponibilidad de niacina, y en todos, incluida Meso-América, se ha observado una baja talla corporal debido a la carencia en el maíz de algunos amino-ácidos esenciales en la proporción necesaria. Aún actualmente los alimentos en base maíz constituyen la fuente principal de calorías en México y Guatemala, en particular, para las mayorías de bajos ingresos, y su consumo se ha extendido a otros países.

Motivados por comprender la naturaleza de ese proceso ancestral y autóctono de Meso-América, entre 1998 y el 2002 se inició una cooperación entre investigadores mexicanos y cubanos para estudiar los cambios físicos y químicos que ocurren en el grano de maíz durante su cocción en una solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Como se ha indicado, tal proyecto de cooperación proporcionó la infraestructura adecuada para un estudio sistemático de la interacción de carbohidratos con aniones y cationes y otros temas relacionados. En particular se publicaron 14 artículos científicos [1-14] con importantes contribuciones originales al conocimiento científico en el tema; se presentó un número similar de ponencias en congresos científicos, se defendieron tres tesis (Licenciatura, Maestría y Doctorado) [16-18] y se haría una contribución significativa y original a la

motivación inicial, conocer mejor el proceso de cocción del maíz en una solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Se ha podido precisar que inicialmente el Ca se incorpora al grano de acuerdo al siguiente orden, en términos de proporción relativa: Pericarpio > Germen > Endospermo [1,9]. Ello está determinado por las especies allí presentes capaces de enlazar iones Ca^{2+} , en particular, grupos ácidos de las hemicelulosas; grasas saponificables; y ácidos alifáticos libres, respectivamente [12,13,16,17]. La degradación creciente de las hemicelulosas y su solubilización con el tratamiento conduce a una disminución significativa de la capacidad del Pericarpio para retener iones Ca^{2+} y en el producto final (grano *nixtamalizado*), los contenidos de este elemento siguen el orden: Germen > Endospermo ~ Pericarpio [12,13]. En el Germen el Ca se encuentra en forma de sales de ácidos alifáticos resultado de la saponificación parcial de las grasas [1,17]. Estas sales determinan no sólo la bio-disponibilidad del Ca en la tortilla y otros productos elaborados a partir de la masa, sino también contribuyen a sus propiedades reológicas y a su elevada vida de anaquel (conservación) ya que inhibe el crecimiento de ciertos micro-organismos [18].

Las temperaturas a las cuales ocurren las transformaciones estructurales y térmicas en estas sales se encuentran en el rango de temperaturas que se emplea durante la elaboración de la tortilla [6-8,11,18]. Durante el proceso de cocción y reposo ocurre una gelatinización parcial de los almidones determinada por la interacción de estos con los iones. Ese nivel controlado de gelatinización determina la capacidad de la masa para retener agua y conservar un apropiado grado de humedad lo cual facilita el proceso de hinchado y suavidad que caracteriza a las tortillas resultantes. En el curso de los estudios realizados se evaluaron las propiedades del licor de cocción, conocido como *Nejayote*,

el cual es rico en gomas resultantes de la degradación de las hemicelulosas y en iones Ca [3]. Este constituye el principal residual de la cocción del maíz, pero a su vez dado su contenido en gomas, el mismo puede encontrar aplicaciones como aglutinante en algunas industrias, por ejemplo en la peletización, del negro de humo, aspecto que fue también estudiado [10].

En lo referente a los aspectos más básicos sobre la interacción entre carbohidratos y especies iónicas, se pudo establecer que los aniones más básicos atacan los puentes de hidrógeno inter- e intra-moleculares en carbohidratos favoreciendo la ocurrencia de cambios en la conformación molecular y en última instancia afectando las temperaturas de gelatinización de los almidones [2,4,5]. Con aniones muy básicos como el F⁻ en fluoruros alcalinos, la interacción puede resultar lo suficientemente fuerte como para estabilizar la formación de complejos, en fase sólida, entre el azúcar y la sal [4], a través del anión, comportamiento singular no reportado con anterioridad (Figura 1). Para sacáridos con una disposición favorable de los grupos OH para una interacción fuerte con el catión, como ocurre para la D-Ribosa, se constata que el anión interactúa con la parte más electropositiva del carbohidrato, según datos de RMN ¹H y ¹³C, hallazgo sin precedentes [14]. Usualmente en el estudio de complejos de carbohidratos y sales se ignora el papel del anión, y toda la atención se centra en la interacción con el catión.

Las sales de ácidos carboxílicos alifáticos encuentran reconocidas aplicaciones en la industria del jabón, cosméticos, como lubricantes en la industria de los plásticos y gomas, en la producción de fármacos como aditivos y principios activos y en la industria alimenticia como aditivos para la conservación. Sorprendentemente, no existe un estudio sistemático, desde el punto de vista estructural y térmico de dichas sales, lo cual es más

acentuado para el caso de las de Ca. En el contexto de los estudios básicos relativos a cocción del maíz se sintetizaron y estudiaron dichas sales para los ácidos alifáticos en el rango de 2 a 30 átomos de carbono en la cadena lineal [6-8,11,17] empleando las más modernas técnicas actualmente disponibles, entre ellas radiación de luz sincrotrón. Como se ha indicado arriba, dichas sales aparecen en la masa resultado de la saponificación parcial de las grasas del germen y podrían determinar muchas de sus propiedades y de los productos elaborados a partir de ella.



Figura 1. Espectros IR de: a) D-Xilosa, b) D-Xilosa + KF, c) D-Xilosa + CsF (adaptado de la ref. 4)

El conjunto de resultados descrito más arriba pone de manifiesto que cualquier objeto de estudio, aún por puntual que aparente ser, en este caso el grano de maíz, puede resultar un apropiado contexto para estudios básicos de los cuales puedan derivarse hallazgos en términos de aportes al conocimiento científicos, a la vez que se contribuya a dar respuesta a las interrogantes iniciales que los motivaron.

Referencias

- 1) On the State of Calcium in Nixtamalized Corn Grains; E. Reguera, H. Yee-Madeira, J. Fernandez and F. Sanchez-Sinencio; Topics in Current Physics (Edited by J.H. Heras and R.V. Jiménez, Monash Litho, Printed in Mexico, 2000), 221-238.
- 2) Interactions of D-Glucose with potassium fluoride; R. González, P. Ortiz, E. Reguera and J. Fernández, Journal of Fluorine Chemistry, 101(1) (2001), 5-10.
- 3) Kinetic Approach to Nixtamalization of Corn Pericarp; R. Martinez, S. Mendoza, E. Reguera, P. Ortiz and J. de la Luz Martinez,; Cereal Chemistry, 78(2) (2000), 107-111
- 4) Spectroscopic study of the Xylose complexes with alkali fluorides; J. Fernandez, E. Reguera and P. Ortiz, Spectrochimica Acta A, 57(13) (2001), 2607-2615.
- 5) Study of the interaction of KF with carbohydrates in DMSO- d_6 by 1H and ^{13}C NMR spectroscopy. P. Ortiz, E. Reguera and J. Fernández, J. Fluorine Chem., Vol. 113 (2002), 7-12
- 6) Structural Characterization of Calcium salts of carboxylic acids; A. Valor, E. Reguera and F. Sánchez- Sinencio; Powder Diffraction, 17 (2002), 13-18.
- 7) Synthesis and Thermal Study of Calcium Salts of Several Carboxylic Acids; A. Valor, E. Reguera, E. Torres, S. Mendoza and F. Sanchez; Thermochim. Acta, 139 (2002) 133-139
- 8) Structural and thermal study of calcium undecanoate; A. Valor, S. Kycia, E. Torres, E. Reguera, C. Vazquez and F. Sanchez; J. Solid State Chem. 172 (2003), 471-479
- 9) On the state of calcium in nixtamalized corn grains as detected by Mössbauer spectroscopy and related techniques; E. Reguera, H. Yee-Madeira, R. Gonzalez and F. Sanchez; Hyperfine Interactions, C5 (2003) 333-337
- 10) Study of the influence of Nejayote and other additives on the cohesive strength and electric properties of carbon black agglomerates; R. Gonzalez, E. Reguera, J.M. Figueroa, J.L. Martinez; Journal of Applied Polymers Science, 90 (2003) 3965-3972
- 11) Determination of the thermal diffusivity of calcium salts of saturated carboxylic acids. S. Stolik, A. Valor, S.A. Tomás, E. Reguera and F Sánchez. International Journal of Thermophysics. 25(2) (2004) 511-517
- 12) Physicochemical changes in the hull of the corn grains during their alkaline cooking; R. González, E. Reguera, J.M. Figueroa, F. Sanchez-Sinencio, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52 (2004) 3831-3837
- 13) On the binding of Ca to the hull of nixtamalized corn grains; R. González, E. Reguera, J.M. Figueroa, F. Sanchez-Sinencio, LWT Food Science and Technology, 38(2005), 119-124
- 14) Role of the anion in the alkali halides interaction with D-Ribose: A 1H and ^{13}C NMR spectroscopy study; P. Ortiz, J. Fernández-Bertrán, E. Reguera; Spectrochimica Acta A, 2004, In Press.
- 15) On the physicochemical changes in the corn grain during its cooking in an aqueous solution of $Ca(OH)_2$. E. Reguera, F. Sánchez-Sinencio, A. Valor, R. González, P. Ortiz, J. Fernández-Bertrán, H. Yee-Madeira, R. Martínez-Sánchez, J. M. Figueroa; Proceedings, First Mexican Congress on Nixtamalization, Querétaro, 17-21 October, 2004
- 16) Nano-encapsulación molecular en hélices de

amilosa; Gabriela Sánchez Andrade; Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias (UNAM, México; Octubre del 2000).

17) Interacción del Ca con los componentes del grano de maíz durante la nixtamalización; K. Ocegueda, Tesis de Maestría, ESFM-IPN, 1999.

18) Nixtamalización del maíz: Síntesis y caracterización estructural y térmica de sales de Ca de ácidos grasos; Alma Valor Reed; Tesis Doctoral, CICATA-IPN, 2002.

NUEVOS MATERIALES

FERROELECTRICOS RELAJADORES

Jorge José Portelles Rodríguez, Santiago García Dally, Fidel Guerrero Zayas, Harvey Amorín, Reynaldo Font Hernández, Nelson Suarez Almodovar, J. M. Siqueiros.

Premio de la Academia de Ciencias de Cuba 2004

La historia del descubrimiento de la ferroelectricidad es sumamente interesante y se remonta hasta mediados de los 1600 cuando fue preparada por primera vez la sal de Rochelle por Elie Seignette en La Rochelle, Francia con fines curativos. Sin embargo, fue hasta unos 200 años después que este material cristalino, soluble en agua, fue investigado por sus propiedades piroeléctricas (Generación de corriente por calentamiento). Medio siglo después es investigado por sus propiedades piezoeléctricas (Generación de carga eléctrica

producida por esfuerzo mecánico). Finalmente, 40 años después, la ferroelectricidad es descubierta en este material por Joseph Valasek. La sal de Rochelle fue un material muy popular y útil debido a su disponibilidad y la facilidad de crecerlo en forma de cristales grandes de excelente calidad óptica, sin embargo, eventualmente cayó en desuso por su solubilidad en agua. Afortunadamente esto sucedió cuando empezaron a descubrirse nuevos materiales ferroeléctricos que no presentaban este problema.

Las cerámicas ferroeléctricas nacen, para todo propósito práctico, a principio de los años 1940 cuando se identifica el fenómeno de la ferroelectricidad como la razón de la constante dieléctrica extremadamente alta en condensadores cerámicos de titanato de bario. En la década de los años 60 se reporta por Francombe el SrBaNb (SBN), el cual exhibe excelentes propiedades electrópticas, altos coeficientes piroeléctricos y bajos tiempos de respuesta (20 ns) lo cual ha conllevado a ser utilizado como detector de radiación y otros dispositivos ópticos. En el 1969 Glass estudio este sistema en una amplia gama de composiciones ($x=0.25-0.75$) siendo la composición $x=0.75$ la que presentó los mayores valores de corriente piroeléctrica a grandes valores de temperatura de transición, esta fue la limitante fundamental de que esta composición no fuese la destinada para dispositivos

piroeléctricos. Nuestro grupo adicionó a dicha composición diferentes porcentos de La_2O_3 , lo cual resulto obtener una disminuci3n considerable de la temperatura de transici3n manteniendo las excelentes propiedades piroeléctricas del sistema no dopado. Reportado por primera vez a nivel internacional. Tambi3n fue posible realizar un estudio del efecto de la tierra rara en las transiciones de fases y hallar un limite de solubilidad del sistema para este cati3n. Por otra parte en sistema basado en PbMgNb (PMN) descubierto por Isupov –Smolienki en la d3cada de los 50, revoluciona la f3sica de los ferroeléctricos presentando transiciones de fases difusas y relajadoras, este sistema al tener permitividades gigantes y grandes valores de electroestricci3n produce una nueva generaci3n de dispositivos, incidiendo en sistemas actuales como el microscopio de fuerza at3mica entre muchas aplicaciones por citar.

Desde los 90, nuestro grupo ha trabajado el sistema PMN dopado con el PFN, dicho sistema presenta la caracter3stica de que es un sistema ferro-electromagn3tico, sistema poco estudiado din3micamente en cuanto a la influencia del magnetismo en la ferroelectricidad. Como desventaja principal es dif3cil obtenerlo con una fase pura, por lo que nuestro grupo se propuso obtener dicho sistema mediante nuevos precursores.

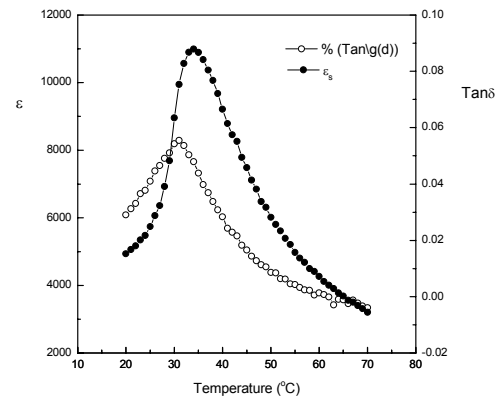


Fig. 1 Transici3n de fase del sistema BaSrTi dopado con Zr.

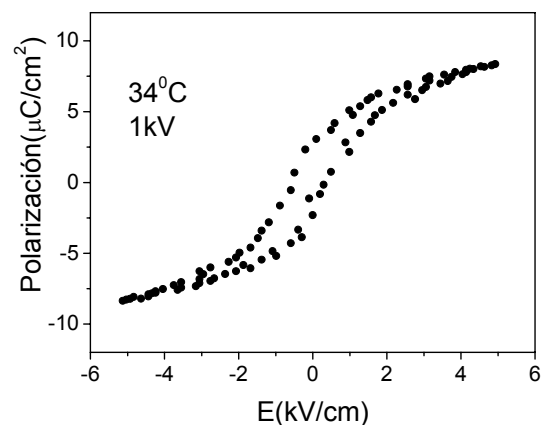


Fig. 2. Lazo representativo para muestras SrBaTi dopadas con 3 % de Zr.

En breve s3ntesis se muestra algunos de los resultados, en la figura 1, se muestra un nuevo material SrBaTi dopado con Zr, donde se observa transiciones cercanas a la temperatura ambiente y buenos valores de p3rdidas y permitividad dieléctrica. La Fig. 2 muestra un lazo representativo para muestras SrBaTi dopadas con 3 % de Zr. La fig. 3 representa la respuesta de la corriente piroeléctrica en funci3n de la temperatura para materiales LSBN factibles de

emplearse estos materiales como sensores de

radiación.

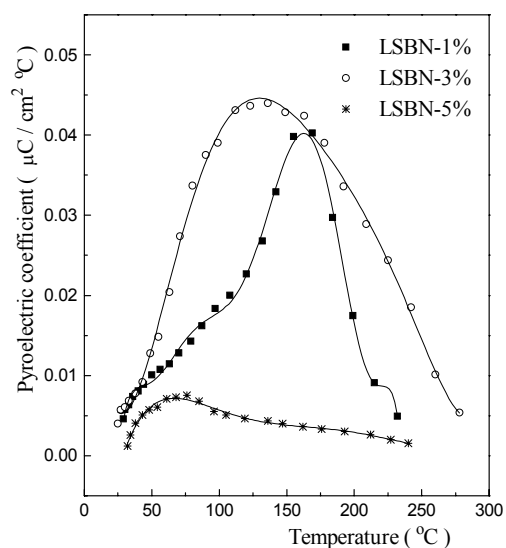


Fig. 3 Respuesta de la corriente piroeléctrica en función de la temperatura para materiales LSBN

- [1] F.Guerrero, H.Amorín, J.Portelles, J.M.Siqueiros and Sara Aguilera, Journal of Electroceramics, Vol. 3, Number 1, pp.85-89, April 1999.
- [2] H. Amorín, J. Portelles, F. Guerrero, J. Pérez, J. M. Siqueiros,. Solid State Communications, 113 (2000) 581-585.
- [3] S. García, J.Portelles, R.Font, J.R.Quiñones, J.L Heiras, E.Martinez, J.M.Siqueiros. Ferroelectrics, 2002, Vol. 2002, 268, pp. 301-307.
- [4] N.S.Almodovar, R. Font, J.Portelles, O.Raymond, E.Martínez, J.M. Siqueiros, Journal of Material Science 38 (2003) 3085-3088.