

Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, A.C.

Sergio Alonso Romero*

RESUMEN: CIATEC es un centro de investigación y desarrollo tecnológico del sistema CONACYT. En 2016 cumple 40 años de atender a la industria en diferentes ámbitos y necesidades, especialmente en número de empresas. Tiene entre sus competencias líneas de investigación involucradas en temas de nanotecnología, específicamente nanomateriales aplicados a la formulación de plásticos con propiedades retardantes a la flama, y nanomateriales con propiedades antifúngicas y antibacteriales. Se presenta una descripción del quehacer de la institución, así como de ambas líneas de investigación.

PALABRAS CLAVE: nanomateriales, retardante a la flama, antibacterial, antifúngico, polímero compuesto.

ABSTRACT: CIATEC is a research and development center that belongs to CONACYT. In 2016 CIATEC accomplishes 40 years of advising industry at a variety of subjects, especially in the number of companies that have been attended. Now CIATEC has research on nanotechnology, specifically nanomaterials applied to plastic formulations with flame retardant properties, and nanocomposites with antifungi and antibacterial properties. This document shows a brief description of both research subjects, and a general description of CIATEC.

KEYWORDS: nanomaterials, flame retardant, antibacterial, antifungi.

Historia

El 12 de agosto de 1976 el Gobierno Mexicano crea el Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica del Estado de Guanajuato (CIATEG), como una respuesta a las demandas continuas de los sectores industriales del Bajío, en el sentido de contar con apoyo en sus esfuerzos tecnológicos innovadores. CIATEC pertenece al Sistema de Centros Públicos de CONACYT, catalogado como Centro Tecnológico, enfocado a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico.

Durante los primeros 25 años se dedicó a resolver las necesidades técnicas más elementales de la industria: capacitación, servicios de laboratorio, asesorías y consultorías. En 2003 cambia su nombre, para quedar como CIATEC, A.C., con su descriptivo Centro de Innovación Aplicada y Tecnologías Competitivas, y abre su oferta tecnológica hacia el desarrollo de soluciones

Recibido: 25 de abril de 2016. Aceptado: 2 de mayo de 2016.

* Dirección de Investigación, Posgrado y Capacitación del Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC). Correo electrónico: (salonso@ciatec.mx).

FIGURA 1. Fachada del edificio D, CIATEC.



integrales a problemas industriales, remediación del medio ambiente y sustentabilidad. Desde su creación, hace 40 años, CIATEC se ha distinguido por su amplia cobertura a las empresas de la cadena productiva cuero-calzado, situación que en los últimos años se ha extendido a otras ramas productivas y que tenderá a incrementarse en lo sucesivo, atendiendo en promedio alrededor de 1,600 empresas diferentes cada año.

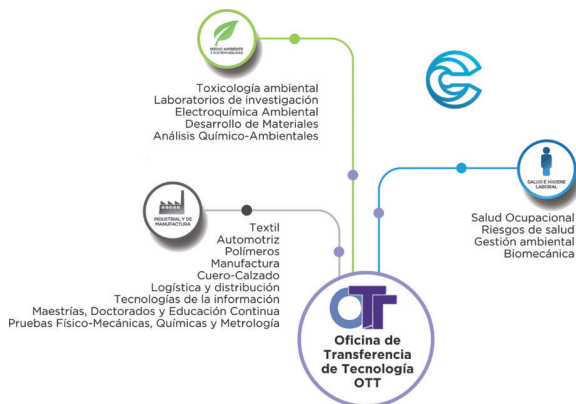
Misión

Contribuir al desarrollo industrial y mejorar la calidad de vida de la sociedad mediante la aplicación de ciencia, tecnología e innovación en las áreas de sustentabilidad, salud laboral e industria de la manufactura.

Objetivos

- 1) Solucionar los problemas tecnológicos de la industria mediante servicios que incidan en la mejora de su calidad, productividad, competitividad e impacto ecológico, con resultados a corto y mediano plazo que contribuyan al incremento en sus utilidades.
- 2) Participar en las industrias nacionales e internacionales en sectores tales como: calzado, curtiduría, textil, automotriz, industria del plástico, petroquímica, entre otras, como elemento clave del desarrollo de las mismas.
- 3) Capacitar y formar recursos humanos con el perfil técnico requerido, para catalizar la cultura de innovación y mejora continua de los procesos productivos de las industrias de la región.
- 4) Ser el promotor de proyectos de interés para las industrias nacionales que apoyen la internacionalización de sus mercados y su desarrollo sustentable.

FIGURA 2. Ejes temáticos de CIATEC.



- 5) Realizar servicios tecnológicos normados por organismos certificadores nacionales e internacionales que brindan resultados confiables.

Ejes temáticos CIATEC

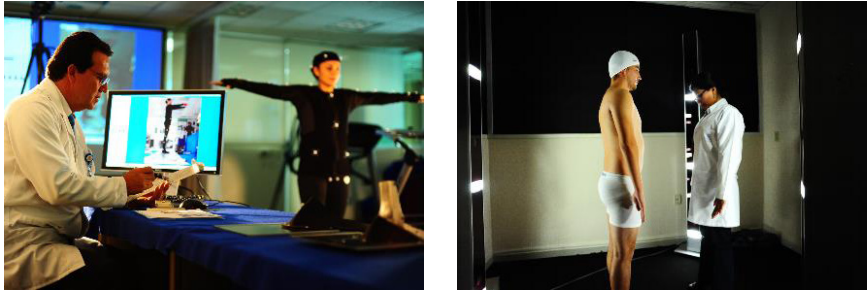
El trabajo institucional se ha redefinido recientemente hacia tres grandes ejes temáticos. Es en ellos donde la mayoría de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, asesorías, posgrados, y pruebas de laboratorio, inciden (figura 2).

Las líneas de investigación en NyN que se desarrollan en el CIATEC están incluidas en el eje temático de industria y manufactura y en el de salud e higiene laboral. Respecto al primero, se investiga acerca del comportamiento ante el fuego de materiales nanocompuestos. Las investigaciones se enfocan en la utilización de nanopartículas como aditivos retardantes a la flama, libres de compuestos halogenados, para obtener materiales que tengan aplicaciones en la industria del cuero, automotriz, eléctrica, electrónica y aeronáutica. Para el eje de salud e higiene laboral, NyN ha contribuido con investigaciones acerca de las propiedades nanométricas sobre materiales compuestos desde el punto de vista de la salud. Se desea demostrar científicamente que los materiales compuestos de poliuretano (PU), polietileno (HDPE) y copolímero de acetato de vinilo-co-etileno (EVA) con nanopartículas de plata poseen propiedades antifúngicas y antibacteriales.

Salud e higiene laboral

Son proyectos de desarrollo tecnológico cuya implementación impacta directamente en la salud de las personas, ya sea en ambientes urbanos y rurales, o bien, dentro de un entorno laboral.

FIGURA 2. Ilustración de pruebas biomécánicas en ejecución.



- Estudios de condiciones físicas de operación, seguridad industrial e higiene en procesos, riesgos a la salud, toxicología ambiental y ergonomía del trabajo y diseño de medidas correctivas.
- Biomecánica y ergonomía.
- Dinámica de la marcha humana.
- Generación de prototipo de componentes de calzado.
- Determinación de las magnitudes de las fuerzas de reacción al caminar, mediante el pasillo de marcha.

Medio ambiente y sustentabilidad

El desarrollo e implementación de estos proyectos produce un impacto directo en el bienestar ambiental de la sociedad.

- Desarrollo de tecnologías para la valorización de residuos.
- Manejo de residuos.
- Realización de atlas de riesgo municipales (sanitario-ecológico, geológico, socio-organizativo, hidrometeorológico y químico-tecnológico).
- Reglamento de zonificación y usos de suelo.
- Sustentabilidad (energías alternativas y análisis de cambio climático).

Ingeniería industrial y de manufactura

Son proyectos desarrollados para crear materiales y productos innovadores por medio de la mejora y la optimización de los procesos de producción.

- Consultoría en tecnologías de información, logística, distribución y comercialización.
- Diseño 2D y 3D.
- Normalización y certificación.
- Servicios de normalización.
- Desarrollo y formulación de materiales poliméricos.

FIGURA 4. Panel solar ubicado en Explora, Centro de Ciencias en León, Gto., con seguidor solar patentado por CIATEC.



Programas académicos

Formamos recursos humanos de alto nivel a través de los siguientes programas educativos:

- Cursos de capacitación anuales enfocados en los temas de: automatización, calidad, productividad, diseño, calzado y curtiduría.
- Cursos de capacitación personalizados de acuerdo con las necesidades de las instituciones o las empresas.
- Especialización en curtido de pieles.
- Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología (PICYT) con maestría y doctorado en las áreas de ingeniería industrial y de manufactura e ingeniería ambiental.

FIGURA 5. Toma de protesta de sustentante de maestría dentro del programa de postgrados PICYT.



FIGURA 6. Laboratorio de Pruebas Físico-Mecánicas.



Vinculación y servicios

Con 40 años de trayectoria, CIATEC muestra su experiencia y liderazgo en el desarrollo de nuevos productos, el mejoramiento de procesos, el aseguramiento de la calidad y en la aplicación y la transmisión del conocimiento. Anualmente, se trabaja con más de 1,600 empresas e instituciones.

Se pone a disposición de las industrias una gran variedad de pruebas de laboratorio, todas realizadas con la calidad y el estricto apego al cumplimiento de las normas que caracteriza al Centro (NMX-CC-ISO 9001-IMNC-2008 y NMX-EC-17025-IMNC-2006). Los laboratorios del CIATEC se encuentran acreditados ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Laboratorios

Químico-ambientales

- Análisis a productos de cuero.
- Análisis a sustancias restringidas.
- Análisis de aguas: residuales, naturales y potables.
- Análisis de residuos (CRIT).
- Caracterización de materiales en materias primas, productos químicos y polímeros.

Pruebas físico-mecánicas

- Cuero y calzado.
- Equipo de protección personal.
- Piezas automotrices.

- Polímeros.
- Ropa y textiles.

Metrología

Se proveen servicios de calibración y verificación intermedia a instrumentos de medición en las siguientes magnitudes: masa, volumen, temperatura, dimensional, densidad, presión, dureza y tiempo. Se imparten también cursos de capacitación.

Biomecánica

- Calzado terminado:
- De flexión metatarsal.
- De fricción de la suela.
- De impacto (rigidez y absorción de energía).
- Plantillas y hormas personalizadas.

Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT)

Su función es transferir las tecnologías generadas en los proyectos de investigación y desarrollo de los sectores productivos y sociales para generar negocios basados en innovaciones de productos, servicios y procesos que produzcan un alto impacto económico y social.

Ejes temáticos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación relacionados con la NyN

Los materiales compuestos con nanopartículas son una clase relativamente nueva de materiales que ha recibido especial atención debido a las propiedades que ofrecen utilizando muy bajas concentraciones de rellenos o reforzantes en escala nanométrica, comparadas con las concentraciones que generalmente se utilizan para los reforzantes convencionales. Entre las propiedades que se pueden mejorar al utilizar nanopartículas como reforzantes están las propiedades mecánicas, la propiedad barrera a diferentes gases, la estabilidad térmica y las propiedades antifúngicas, antibacteriales y antiinflamatorias, estas últimas de especial interés por la variedad de aplicaciones que los materiales nanocompuestos pueden ofrecer sobre todo en el área de cuidado de la salud.

Las líneas de investigación en NyN que se desarrollan en el CIATEC se pueden agrupar en dos grandes rubros dentro de los dos ejes temáticos mencionados anteriormente: estudio de comportamiento ante el fuego de materiales nanocompuestos, y propiedades nanométricas sobre materiales compuestos desde el punto de vista de la salud.

En el primer tema de investigación, los proyectos son desarrollados para obtener polímeros con propiedades antibacteriales y antifúngicas para aplicaciones diversas. Tienen como objetivo presentar un estudio sistemático que compruebe científicamente que los materiales compuestos de poliuretano (PU), polietileno (HDPE) y copolímero de acetato de vinilo-co-etileno (EVA) con nanopartículas de plata tienen propiedades antifúngicas y antibacteriales.

Con el desarrollo de este tipo de proyectos se han obtenido materiales compuestos de PU, HDPE y EVA con diferentes concentraciones de nanopartículas de plata (NAg). Se ha probado su actividad antifúngica específicamente contra el *Trycophyton mentagrophytes* y su actividad antibacterial contra las bacterias *Escherichia coli* (E. coli) y *Staphylococcus aureus*, así como un estudio de la liberación de la plata mediante voltametría de redisolución anódica. Se han llevado a cabo también estudios de dispersión de nanopartículas en la matriz polimérica, así como el efecto de los parámetros de tratamiento ultrasónico durante la síntesis de los materiales asistida sobre las propiedades físico-mecánicas y antimicóticas de los materiales poliméricos compuestos.

Los proyectos relacionados con NyN que se han desarrollado son:

- Síntesis de nanocompuestos de poliuretano con propiedades biocidas.
- Propiedades mecánicas, antibacteriales y antifúngicas de un material compuesto de polietileno y nanopartículas de plata.
- Desarrollo tecnológico de tubería antibacterial para uso en conducción de agua grado consumo humano.
- Compositos poliuretano/nanopartículas de plata mediante el proceso de Moldeo por Inyección Reactiva (RIM).
- Nanocompuestos de poliolefinas/nanopartículas metálicas: caracterización de la liberación de plata y propiedades antibacteriales.
- Desarrollo de nanocompuestos para obtención de una plantilla antimicótica.
- Síntesis de nanocompuestos de AgI/TiO₂/EVA asistida por ultrasonido: actividad antibacterial inducida por luz visible.
- Efecto del tratamiento ultrasónico y el tamaño de partícula sobre las propiedades antibacteriales de materiales compuestos de copolímeros de etileno y acetato de vinilo con nanopartículas de plata.

En el segundo tema de investigación NyN, el estudio del comportamiento ante el fuego de materiales compuestos y nanocompuestos comprende principalmente la investigación y desarrollo de materiales poliméricos con propiedades retardantes a la flama. Además, materiales reformulados para tener la propiedad, como es el caso del desarrollo de cuero curtido al cromo con propiedades anti-flama. Las investigaciones se enfocan en la utilización de nanopartículas como aditivos retardantes a la flama, libres de compuestos

halogenados, para obtener materiales que tengan aplicaciones en la industria del cuero, automotriz, eléctrica, electrónica y aeronáutica. En el eje temático se han desarrollado proyectos como:

- Desarrollo de formulaciones con plástico reciclado con propiedades retardantes a la flama.
- Aplicación de nanopartículas para desarrollo de formulaciones retardantes de flama con base en materiales nanocompuestos libres de halógenos con aplicación en cueros para la industria aeronáutica.
- Investigación del efecto de la queratina, como biofibra obtenida de los desechos de la industria de la curtiduría, en las propiedades retardantes a la flama de biopolímeros.
- Reología de nanocompuestos poliméricos, micelas gigantes, polímeros asociativos y nanocompuestos.
- Liberación de fármacos encapsulados en nano y micro partículas obtenidas por secado por aspersión.
- Procesamiento de nanocompuestos poliméricos a base de arcillas orgánicamente modificadas y uso de ultrasonido.

Infraestructura

La infraestructura del CIATEC está dividida por áreas en función de su aplicación. En la Dirección de Investigación, Posgrado y Capacitación se cuenta con los laboratorios de Materiales Poliméricos, Ambiental, Biomecánica, de Membranas y Electrónica. En el primero, de principal uso para el área de investigación en materiales, se pueden realizar pruebas diversas que incluyen aquellas que se aplican a materiales poliméricos compuestos asociadas con su comportamiento termomecánico, como DMA, DSC, FTIR, TGA, reometría rotacional, etc. También se cuenta con equipamiento de procesado como lo es una inyectora de 50 toneladas y una extrusora de doble husillo, molino

FIGURA 7. Laboratorio de materiales, equipo de extrusión.



de plásticos, prensa de compresión y de vulcanización, secador de plásticos, variedad de moldes, y equipos periféricos. El laboratorio de biomecánica posee una serie de equipos para caracterizar el pie, desde presiones plantares, hasta escaneo 3D, monitoreo de marcha, y desarrollo de hormas y plantillas personalizadas. El laboratorio de membranas posee infraestructura para la generación de proyectos relacionados con la filtración y desarrollo de materiales para membranas. Finalmente el laboratorio de electrónica apoya la investigación con el desarrollo de sistemas electrónicos y de control de los equipos utilizados en los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en todo CIATEC.

Propiedad intelectual

La propiedad intelectual institucional ha sido presentada ante el IMPI en diversas aplicaciones, tales como la formulación de nanopartículas de plata y método para tratamiento de materiales para manufactura de calzado por parte de la Dra. María Maldonado Vega (2015) y colaboradores. En el ámbito del cuero, se tiene el documento denominado “Proceso de obtención de cuero semiterminado con propiedades retardantes a la flama con la adición de nanopartículas de arcilla bentonita sódica”, de la Dra. Guadalupe Sánchez Olivares, Téc. Víctor Ramírez González, Ing. José Alfredo Córdova Terrones, e Ing. José Martín Calvillo Mares (2014). Una tercera patente denominada “Materiales nanocompuestos retardantes a la flama a base de polietileno de alta densidad y su proceso de obtención”, de la Dra. Guadalupe Sánchez Olivares, en conjunto con el Dr. Antonio Sánchez Solís y el Dr. Octavio Manero Brito (2013). De los mismos autores se tiene “Proceso de obtención de materiales nanocompuestos con propiedades retardantes a la flama asistido por ultrasonido” (2012). Adicionalmente se puede mencionar el documento “método de fabricación de un material compuesto base polimérica con propiedades antifúngicas y antibacteriales de la Dra. Anayansi Estrada Monje, Dr. Sergio Alonso Romero, y colaboradores (2010), patente otorgada en el 2016, cuyo título se encuentra en trámite.

Recursos humanos

La formación de recursos humanos no ha alcanzado todavía al Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología, sede CIATEC, debido a que las líneas de investigación están relacionadas con la ingeniería industrial y de manufactura, e ingeniería ambiental. Sin embargo, se ha trabajado con estudiantes de licenciatura en temas como el estudio de las propiedades retardantes a la flama de nanocompuestos poliméricos para el recubrimiento de cables, obtención de nanocompuestos poliméricos a partir de polipropileno y arcilla químicamente modificada, estudio de nanocompuestos poliméricos a base de polietileno, arcillas y aditivos retardantes a la flama de la Dra.

Olivares. Se espera puedan ya incorporarse estudiantes del PICYT en temas de investigación NyN a partir de la generación 2016.

Principales logros

Los principales logros institucionales en el tema de NyN han sido la producción científica por medio de publicaciones con arbitraje, así como la producción tecnológica por medio de patentes. Todo el acervo desarrollado está siendo usado para aplicarse en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con empresas diversas. Por ejemplo, el proceso de desarrollo de nanoplata aplicada a plantillas para calzado ha permitido que se tenga una alternativa antimicótica y antibacterial en aplicaciones para calzado, especialmente aquellos con enfermedades de alguna manera susceptibles, tales como la diabetes. También se tiene el caso del proceso para la obtención de materiales nanocompuestos a base de poliolefinas con propiedades retardantes a la flama libres de compuestos halogenados. Con el proceso de obtención desarrollado se optimiza la cantidad necesaria de los aditivos retardantes a la flama, la cual se reduce 30 y 40%, por lo que la formulación de los materiales es de menor costo. Ambos materiales presentan clasificación V0 de acuerdo con la norma UL94. Los materiales presentan mejores propiedades mecánicas como son resistencia al impacto, y deformación a la ruptura y tenacidad con respecto a los sistemas que emplean alta concentración de aditivos. Para el caso de cuero semiterminado curtido al cromo, se desarrolló un proceso de obtención de cuero semiterminado con propiedades retardantes a la flama de acuerdo con los requerimientos de la norma 14 C.F.R. Apéndice F Parte 25, durante la etapa de acabado en húmedo del cuero con la utilización de nanopartículas de arcilla.

En la línea de investigación del comportamiento ante el fuego de materiales compuestos y nanocompuestos, CIATEC colabora con el Instituto de Investigaciones en Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Politecnico di Torino, sede en Alessandria, Italia, y con el Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung en Berlín, Alemania.

Publicaciones científicas

Entre las publicaciones realizadas con influencia del conocimiento NyN se pueden enumerar:

Síntesis de materiales a base de uretano reforzados con nanopartículas metálicas. I. Síntesis y caracterización. A. Estrada Monje, J. R. Herrera Reséndiz. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 14(1), 28-38. (2014). Publicada.

Clay minerals and clay mineral water dispersions: Properties and applications. G. Sánchez-Olivares, F. Calderas, L. Medina-Torres, A. Sánchez-Solis, A. Rivera-Gonzaga, O. Manero. Capítulo del libro: *Clays, clay*

minerals and ceramic materials based on clay minerals. Editor: Gustavo Morari do Nascimento. Editorial InTech Publisher. ISBN: 978-953-51-4597-4. Rijeka, Croacia.

Sodium montmorillonite effect on the morphology, thermal, flame retardant and mechanical properties of semi-finished leather. G. Sanchez-Olivares, A. Sanchez-Solis, F. Calderas, L. Medina-Torres, O. Manero, A. Di Blasio y J. Alongi. *Applied Clay Science*, 102, 254-260. (2014).

Flame retardant high density polyethylene optimized by on-line ultrasound extrusion. G. Sanchez-Olivares, A. Sanchez-Solis, F. Calderas, L. Medina-Torres, E. E. Herrera-Valencia, J. I. Castro-Aranda, O. Manero, A. Di Blasio and J. Alongi. *Polymer Degradation and Stability*, 98:2153-2160. (2013).

Flame retardancy of starch-based biocomposites-aluminum hydroxide-coconut fiber synergy. E. Gallo, G. Sánchez-Olivares, B. Schartel. *Polimery*, 58:395-402. (2013).

Extrusión with ultrasound applied on intumescent flame retardant polypropilene. G. Sanchez-Olivares, A. Sanchez-Solis, F. Calderas, L. Medina-Torres, E.E. Herrera-Valencia, A. Rivera-Gonzaga y O. Manero. *Polymer Engineering Science*, 53:2018-2026. (2013).

Closantel nano-encapsulated polyvinyl alcohol (PVA) solutions. Vega, A. F., Medina-Torres, L., Calderas, F., Gracia-Mora, J., y Bernad-Bernad, M. *Pharmaceutical Development and Technology*, Early online, 1-6. (2015).

Spray drying-microencapsulation of cinnamon infusions (*Cinnamomum zeylanicum*) with maltodextrin. R. Santiago-Adame, L. Medina-Torres, J.A. Gallegos-Infante, F. Calderas, R.F. González-Laredo, N.E. Rocha-Guzmán, L.A. Ochoa-Martínez, M.J. Bernad Bernad. *LWT-Food Science and Technology*, 64: 571-577. (2015).

Sodium montmorillonite effect on the morphology, thermal, flameretardant and mechanical properties of semi-finished leather. G. Sanchez-Olivares, A. Sanchez-Solis, F. Calderas, L. Medina-Torres, O. Manero, A. Di Blasio, J. Alongi. *Applied Clay Science*. 102: 254-260. (2014).

On the yield stress of complex materials. F. Calderas, E. E. Herrera-Valencia, A. Sanchez-Solis, O. Manero, L. Medina-Torres, A. Renteria, G. Sanchez-Olivares. *Korea-Australia Rheology Journal*, 25(4): 233-242. (2013).

Microencapsulation by spray drying of gallic acid with nopal mucilage (*Opuntia ficus indica*). L. Medina-Torres, E. Garcia-Cruz, F. R. F. Calderas, Gonzalez Laredo, G. Sanchez-Olivares, J.A. Gallegos-Infante, N. E. Rocha-Guzman, J. odriguez-Ramirez. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2): 642-650. (2013).

Unsaturated polyester-clay slurry nanocomposites. A. Rivera-Gonzaga A. Sanchez-Solis, G. Sanchez-Olivares, F. Calderas, O. Manero. *Journal of Polymer Engineering*, 32(1): 1-5. (2012).

The Transient Flow of the PET-PEN-Montmorillonite Clay Nanocomposite.

- F. Calderas, A. Sanchez-Solis, A. Maciel, O. Manero. *Macromolecular Symposia*, 283-84: 354-360. (2009).
- Mechanical and rheological studies on polyethylene terephthalate-montmorillonite nanocomposites. A. Sanchez-Solis, I. Romero-Ibarra, M. Estrada, F. Calderas, O. Manero. *Polymer Engineering and Science*, 44(6): 1094-1102. (2009).
- Nanostructural complex in ABS/TPU immiscible mixtures. R. Zitzumbo, F. Avalos and S. Alonso. *Polymers & Polymer Composites*, 24(3): 205-212. (2016).
- Mechanical and rheological properties of PP/BENTONITE composites using stearic acid as interface modifier. C. Angel, A.B. Morales, F. Navarro-Pardo, T. Lozano, P.G. Lafleur, S. Sanchez-Valdes, G. Martinez-Colunga, E. Ramirez-Vargas, S. Alonso, R. Zitzumbo. *J. of Applied Polymer Science*, 132(30). (2015).
- Análisis del módulo elástico y resistencia a la ruptura en mezclas de nanocompuestos de ABS/TPU. H. Castañeda, G.G. Reyes Hernández, R. Zitzumbo, J. Sánchez, S. Alonso. *Conciencia Tecnológica*, 39, 5-11. (2010).
- Viscoelastic characterization of TEOS sols in three different solvents when DBTL is used as polycondensation catalyst. C. Salazar-Hernández, J. Cervantes, S. Alonso. *Journal of Sol-Gel Science and Technology* (Springer Netherlands), 54(1), 77-82. (2010).
- Pet-Mmt and Pet-Pen-Mmt Nanocomposites by Melt Extrusion. F. Calderas, G. Sánchez-Olivares, E.E. Herrera-Valencia, A. Sánchez-Solis, O. Manero. Capítulo 6 del libro: *Advances in nanocomposites - Synthesis, characterization and industrial applications*. Boreddy Reddy (ed.). Intech, Croacia. Rijeka. (2011).

Perspectivas sobre el estudio de la NyN

En conclusión, en CIATEC se realizan solamente proyectos de aplicaciones nanotecnológicas antes que el desarrollo de las nanopartículas en sí mismas. La vocación del CIATEC hacia la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico da la pauta para la realización de proyectos donde otros investigadores llevan a cabo el desarrollo básico del conocimiento, de tal modo que los investigadores en CIATEC utilicen ese conocimiento de la red para aplicarlo en problemas reales, sobre todo en vinculación con el sector productivo.

El futuro de la nanotecnología se halla ya en el presente al encontrar diversas aplicaciones prácticas en la vida diaria. En internet se pueden encontrar una serie de ejemplos de las ventajas. En CIATEC se vislumbran aplicaciones en cuero y calzado como punta de lanza con el objeto de ser la institución experta en la manufactura de cuero. Y conforme la industria automotriz y aeronáutica en México crece por arriba de la media nacional, demandará investigaciones tanto en propiedades de retardancia a la flama, como antifúngicas y antibacteriales, en las que este Centro estará presente.