

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
Informe Científico¹

PERIODO ²: 2014

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: ARCE
NOMBRES: VALERIA BEATRIZ
Dirección Particular:
Localidad: City Bell CP: 1896
Dirección electrónica: varce@ciop.unlp.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

Síntesis de nanopartículas metálicas simples o core-shell fabricadas con química húmeda o por ablación láser de pulsos cortos. Estudio y caracterización de las propiedades ópticas de las mismas.

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Asistente Fecha: 5 / 7 / 2013
ACTUAL: Categoría: Asistente desde fecha: 5 / 7 / 2013

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: CIOp
Facultad: -
Departamento:-
Cátedra:-
Otros: CIC-CONICET
Dirección: Calle: Cno. Centenario y 506
Localidad: Gonnet CP: 1897 Tel: 484-0280
Cargo que ocupa: Investigador Asistente

5. DIRECTOR DE TRABAJOS

Apellido y Nombres: Schinca Daniel Carlos
Dirección Particular: Calle: 16 Nº: 384
Localidad: La Plata CP: 1900 Tel: 484-2957
Dirección electrónica: daniels@ciop.unlp.edu.ar

.....
Firma del Director

.....
Firma del Investigador

Co-DIRECTOR DE TRABAJOS

Apellido y Nombres: Mártire Daniel Osvaldo
Dirección Particular: Calle: 509 Nº:1878
Localidad: Gonnet CP: 1897 Tel: 471-1225
Dirección electrónica: dmartire@inifta.unlp.edu.ar

.....
Firma del Co-Director

.....
Firma del Investigador

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

Resultados y Discusión

1- Síntesis de nanopartículas de plata por diferentes métodos: Se sintetizaron nanopartículas de plata (AgNP) por reducción de AgNO_3 por el agregado gota a gota de NaBH_4 , la temperatura de la reacción se mantuvo en $0\text{ }^\circ\text{C}$. Se utilizaron diferentes relaciones entre NaBH_4 y AgNO_3 . En esta síntesis no se agregan estabilizantes, la relación óptima para generar nanopartículas estables es 2:1.

También se realizó la reducción utilizando citrato trisódico, la reacción se realizó a temperatura cercana a la de ebullición. Se obtienen de esta manera nanopartículas de plata estabilizadas con citrato.

Se prepararon nanopartículas por reducción de AgNO_3 con NaBH_4 en presencia de citrato trisódico. A una solución de citrato trisódico se añadió una solución de AgNO_3 , la mezcla se mantuvo en agitación magnética en un baño de hielo/agua. Luego se agregó gota a gota una solución de NaBH_4 recién preparada. Se mantuvo en agitación a $0\text{ }^\circ\text{C}$ durante 2 h aproximadamente.

Se sintetizaron nanopartículas de plata estabilizadas con almidón mezclando una solución de AgNO_3 con una solución de almidón soluble y maltosa. La mezcla se mantuvo en agitación durante varias horas a $75\text{ }^\circ\text{C}$. Se tomaron muestras a diferentes tiempos con el fin controlar el crecimiento de las partículas. La misma síntesis se realizó utilizando glucosa como reductor en lugar de maltosa. Se pudo observar que las partículas obtenidas con glucosa como reductor no son estables. Se realizó una síntesis de AgNP, en presencia de almidón, por reducción con NaBH_4 , siguiendo la técnica empleada anteriormente para la preparación de las AgNP en presencia de citrato trisódico.

Para la fabricación por ablación se utilizó un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en soluciones de citrato trisódico o almidón soluble a diferentes fluencias. Para estas experiencias se utilizaron soluciones de citrato trisódico de concentraciones entre 1 mM y 10 mM, en el caso de las soluciones de almidón se utilizaron concentraciones entre $0,25\text{ gL}^{-1}$ y $1,0\text{ gL}^{-1}$.

Se estudió la estabilidad de las nanopartículas de plata fabricadas utilizando la técnica física de ablación láser y por un método de síntesis química en presencia de citrato trisódico y de almidón.

Se compararon las AgNP sintetizadas con NaBH_4 en presencia de citrato trisódico y las obtenidas por ablación láser en soluciones de citrato trisódico de diferentes concentraciones. Para este estudio se analizó la posición del máximo y el ancho medio de los espectros de extinción obtenidos inmediatamente después de la preparación y luego de varias semanas. La posición del pico del plasmón en los espectros de extinción de las suspensiones coloidales de Ag recién fabricadas utilizando ambos métodos, se encuentra entre 396 y 398 nm, correspondiendo a la posición de la resonancia plasmónica de las AgNP. Mientras que el ancho medio a altura mitad es diferente para estos tres espectros de extinción, siendo 78 nm para la síntesis química, 72 nm para ablación láser con 100 μJ y 67 nm con 500 μJ . Esta última característica indica una distribución de tamaños diferente para cada suspensión coloidal. Para las AgNP fabricadas por ablación láser con 500 μJ de energía por pulso, la posición del pico de plasmón y el ancho medio demuestran una mejor estabilidad, a partir de la segunda semana, que las generadas con 100 μJ de energía por pulso. Se comprobó que el citrato trisódico funciona como estabilizador de las AgNP de las suspensiones coloidales obtenidas por ablación láser de pulsos ultracortos. A partir del ajuste teórico de los espectros de extinción

experimentales utilizando una función Log-normal como primera aproximación, se determinó un tamaño promedio de las AgNP en la suspensión coloidal.

Por otro lado se realizó el estudio comparativo de las nanopartículas de plata fabricadas ablación láser y por síntesis química en presencia de almidón. La posición del pico del plasmón en los espectros de extinción de las suspensiones coloidales de Ag recién fabricadas utilizando ambos métodos, se encuentra entre 409 y 414 nm, correspondiendo a la posición de la resonancia plasmónica de NPs de Ag. Mientras que el ancho medio a altura mitad es diferente para estos espectros de extinción. Esta última característica indica una distribución de tamaños diferente para cada suspensión coloidal. A partir del análisis de estabilidad durante varias semanas se observa que las muestras generadas mediante la técnica de ablación láser con Energía de 100 uJ son más estables en comparación con las suspensiones coloidales fabricadas por el método químico, manteniendo casi invariable la posición del pico y el ancho medio del espectro de extinción. Se comprobó que el almidón soluble funciona como estabilizador de las Nps de Ag de las suspensiones coloidales obtenidas tanto por síntesis química como por ablación láser de pulsos ultracortos. A partir del ajuste teórico de los espectros de extinción experimentales, se determinó la distribución de tamaños promedio de las Nps, encontrándose una distribución bimodal centrada en 9 nm y 28 nm

Durante este período también se realizaron síntesis de nanopartículas de plata en diferentes solventes orgánicos como etanol y dimetilformamida (DMF). Se fabricarán nanopartículas por ablación láser en estos solventes orgánicos con el fin de evaluar las características y estabilidad de las partículas obtenidas por los diferentes métodos.

2- Modificación superficial de nanopartículas de sílice pirogénica con APTES y MPTMS: Las nanopartículas de sílice derivatizadas APTES y MPTMS fueron preparadas a reflujo en un balón, donde se adicionaron nanopartículas de sílice, tolueno y el correspondiente agente modificante superficial. Estas NPs modificadas han sido preparadas con anterioridad por el grupo del Inifta y fueron caracterizadas por diversas técnicas como FTIR, UV-Vis, TGA, BET y RMN. La utilización de diferentes técnicas confirma la unión covalente de los compuestos a las nanopartículas de sílice. Estas NPs serán utilizadas para la preparación de nanopartículas del tipo core-shell $\text{SiO}_2@Ag$.

3- Estudio de la reducción de Hg(II) por irradiación con luz UV-A: Se investigó la reducción de HgCl_2 a Hg_2Cl_2 mediada por el radical anión dióxido de carbono ($\text{CO}_2^{\cdot-}$) generado a partir de la fotólisis de quinonas, empleando radiación UV-A (320-400 nm), que constituye la mayor parte de la radiación solar UV que alcanza la superficie terrestre. Se irradiaron soluciones acuosas saturadas en Ar de 1,4-naftoquinona (NQ) o ácidos fúlvicos (AF) en presencia de ácido fórmico. Se calculó la eficiencia cuántica (η), para ello se determinó el flujo de fotones incidentes usando como actinómetro soluciones de ferrioxalato de potasio $\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$. Los resultados de estos ensayos previos servirán como base para los estudios de reducción de HgCl_2 por ácidos fúlvicos soportados sobre nanopartículas de magnetita que se realizarán en los próximos meses.

4- Redacción de trabajos científicos: Se completó la escritura de dos trabajos científicos. En los mismos se exponen estudios de fotodegradación fotosensibilizada de los plaguicidas fenólicos bromoxinil y diclorofen quimisorbidos sobre nanopartículas de sílice. También se ha redactado un trabajo sobre la síntesis y caracterización de nanopartículas de sílice modificadas con alcohol cinámico y estudio de la fluorescencia de la riboflavina en medio acuoso, en presencia de nanopartículas y del alcohol cinámico.

Se encuentran en etapa de escritura 2 trabajos referidos a los estudios realizados durante el año 2014, que serán enviados para su publicación en el transcurso del presente año.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES. Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver

instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.

1- Título: Photodegradation Routes of the Herbicide Bromoxynil in Solution and Sorbed on Silica Nanoparticles.

Autores: Juan P. Escalada, Valeria B. Arce, Luciano Carlos, Gabriela V. Porcal, M. Alicia Biasutti, Susana Criado, Norman A. García and Daniel O. Mártire

Publicación: Environmental science: Processes & Impacts

Año: 2014 **Volumen:** 16 **Páginas:** 858-865

Abstract

Some organic contaminants dissolved in natural waters tend to adsorb on suspended particles and sediments. In order to mimic the photodegradation routes in natural waters of bromoxynil (BXN) adsorbed on silica, we here prepare and characterize silica nanoparticles modified with BXN (NP-BXN). We measure the direct photolysis quantum yield of aqueous BXN at 307 nm (0.064 - 0.001) and detect the formation of bromide ions as a reaction product. Under similar conditions the photolysis quantum yield of BXN bonded to NP-BXN is much lower (0.0021 - 0.0004) and does not lead to formation of bromide ions. The rate constant of the reaction of NP-BXN with the excited triplet states of riboflavin, a molecule employed as a proxy of chromophore dissolved organic matter (DOM) was measured in laser flash-photolysis experiments. The rate constants for the overall (k_t) and chemical interaction (k_r) of singlet oxygen with NP-BXN were also measured. Kinetic computer simulations show that the relevance of the direct and indirect (through reactions with reactive species generated in photoinduced processes) photodegradation routes of BXN is very much affected by sorption on silica. Immobilization of the herbicide on the particles, on one hand, affects the photolysis mechanism and lowers its photolysis quantum yield. On the other hand, the results obtained in aqueous suspensions indicate that immobilization also lowers the rate of collisional encounter, which affects the quenching rate constants of excited triplet states and singlet oxygen with the herbicide.

Participación

En este trabajo he sintetizado las nanopartículas modificadas con el plaguicida bromixinil. Para esto se utilizó una modificación del método de condensación reportados para la síntesis de nanopartículas funcionalizadas con alcoholes. He realizado la caracterización de las nanopartículas por diferentes métodos, como FTIR, BET, TG, DLS y espectroscopía UV-vis, como también el análisis de los resultados.

He participado de la discusión de los resultados y de la redacción del trabajo.

2- Título: The effect of dichlorophen binding to silica nanoparticles on its photosensitized degradation in water.

Autores: Juan P. Escalada, Valeria B. Arce, Gabriela V. Porcal, M. Alicia Biasutti, Susana Criado, Norman A. García and Daniel O. Mártire

Publicación: Water Research

Año: 2014 **Volumen:** 50 **Páginas:** 229 - 236

Abstract

The production of dichlorophen (2,20-methylenebis(4-chlorophenol), DCP) and its use as an anthelmintic and in pesticide products result in its direct release to the environment. To the purpose of modelling the possible photodegradation routes of DCP sorbed on sediments or suspended particles, the synthesis and characterization of silica nanoparticles modified with DCP (NP-DCP) is reported. The reactivity of NP-DCP with the excited states of riboflavin, a sensitizer usually present in natural waters, and with singlet oxygen were investigated. Comparison of the kinetic results obtained here to those previously reported for irradiated aqueous solutions of DCP allowed the discussion of the effect of adsorption of the pesticide on its photodegradation. We show with the aid of computer simulations that in natural waters the relevance of the different photodegradation routes dichlorophen is very much affected by attachment to sediments.

Participación

En este trabajo he sintetizado las nanopartículas modificadas con el plaguicida diclorofen. Para esto se utilizó una modificación del método de condensación reportados para la síntesis de nanopartículas funcionalizadas con alcoholes. He realizado la caracterización de las nanopartículas por diferentes métodos, como FTIR, BET, TG, DLS y espectroscopía UV-vis, como también el análisis de los resultados.

He participado de la discusión de los resultados y de la redacción del trabajo.

3- Título: Combined Experimental and Computational Investigation of the Fluorescence Quenching of Riboflavin by Cinnamic Alcohol Chemisorbed on Silica Nanoparticles

Autores: Valeria B. Arce, Juliana Scotto, Patricia E. Allegretti, Mauricio A. Melo Jr., Claudio Airoldi, María Laura Salum, Rosa Erra-Balsells, Reinaldo Pis Diez, and Daniel O. Martire

Publicación: The Journal of Physical Chemistry C

Año: 2014 **Volumen:** 118

Páginas: 15348–15355

Abstract

Riboflavin (vitamin B2) is usually present in water courses, lakes, and seas and acts as a photosensitizer in the photo-oxidation of a range of contaminants. However, little is known about the interaction of this compound with aromatics sorbed on silica sediments or on suspended silica particles. This article describes the modification and characterization of silica nanoparticles by condensation of the silanol groups of the particles with E-cinnamic alcohol. The reaction was confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), solid-state ^{13}C and ^{29}Si crosspolarization magic angle spinning (CPMAS) NMR, reduction of the specific surface area measured by BET, thermal analysis, and fluorescence spectroscopy. Toxicity to the marine bacteria *Vibrio fischeri* of the modified particles was also measured. Riboflavin fluorescence was quenched in aqueous medium in the presence of dissolved E-cinnamic alcohol or in suspensions of the modified particles. The results are interpreted in terms of formation of 1:1 complexes between the ground states of riboflavin and the free or adsorbed cinnamic alcohol. Density functional theory (DFT) calculations in aqueous medium support the existence of the complex and explain the observed quenching of riboflavin fluorescence upon addition of cinnamic alcohol without affecting the emission maximum of riboflavin.

Participación

En este trabajo he sintetizado las nanopartículas modificadas con el alcohol cinámico. Para esto se utilizó una modificación del método de condensación reportados para la síntesis de nanopartículas funcionalizadas con alcoholes. He realizado la caracterización de las nanopartículas por diferentes métodos, como FTIR, BET, TG y espectroscopía UV-vis, como también el análisis de los resultados.

He realizado los ensayos de toxicidad con la bacteria marina *Vibrio fischeri*, como así también los estudios de fluorescencia de la riboflavina en medio acuoso, en presencia del alcohol cinámico como de las nanopartículas modificadas con el mismo.

He participado de la discusión de los resultados y de la redacción del trabajo.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

1- Título: EXAFS and DFT Study of the Cadmium and Lead Adsorption on Modified Silica Nanoparticles .

Autores: Valeria B. Arce, Romina M. Gargarello, Florencia Ortega, Virginia Romañano, Martín Mizrahi, José M. Ramallo-López, Carlos J. Cobos, Claudio Airoidi, Cecilia Bernardelli, Edgardo R. Donati and Daniel O. Mártire

Publicación: Spectrochimica Acta A

Abstract

Silica nanoparticles of 7 nm diameter modified with (3-aminopropyl) triethoxysilane (APTES) and characterized by CP-MAS ^{13}C and ^{29}Si NMR, FTIR, zeta potential measurements, and thermogravimetry. The particles were shown to sorb successfully divalent lead and cadmium ions from aqueous solution. Lead complexation with these silica nanoparticles was clearly confirmed by EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure) with synchrotron light measurements. Predicted Pb–N and Pb–C distances obtained from quantum-chemical calculations are in very good agreement with the EXAFS determinations. The calculations also support the higher APTES affinity for Pb^{2+} compared to Cd^{2+} .

Participación

En este trabajo he sintetizado las nanopartículas modificadas con APTES. He realizado la caracterización de las nanopartículas por diferentes métodos, como FTIR, BET, TG, ^{13}C and ^{29}Si NMR y espectroscopía UV-vis, como también el análisis de los resultados. He realizado los ensayos de la cinética de adsorción como los también las isothermas de los diferentes sistemas. He participado de la discusión de los resultados y de la redacción del trabajo.

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION. *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.*

Se encuentran en etapa de escritura y revisión 2 trabajos referidos a los estudios realizados durante el año 2014, que serán enviados para su publicación en el transcurso del presente año.

Resumen trabajo 1: Stability, configuration and sizing of Ag nanoparticles generated by femtosecond laser ablation in liquid

Las nanopartículas de plata presentan interesantes propiedades físicas, químicas y optoelectrónicas con un buen potencial para el uso en diagnóstico médico. En este trabajo se presentan los resultados de la determinación de tamaño de pequeñas Nps de plata fabricadas por ablación láser en líquido utilizando espectroscopía de extinción óptica. La suspensión coloidal fue obtenida utilizando un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración con una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en una solución de agua con diferentes concentraciones de citrato trisódico, utilizando 100 mJ y 500 mJ de energía. El ajuste teórico de los espectros experimentales de las suspensiones coloidales de plata se basa en Teoría de Mie, incluyendo modificaciones con el tamaño en la función dieléctrica a través de la constante de amortiguamiento del modelo de Drude para los electrones libres como también modificaciones con el tamaño en la contribución de los electrones ligados. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados en los procesos de fabricación para la determinación in situ del tamaño promedio de núcleo (Ag) para Nps cuyo tamaño se encuentra en el rango 1-10 nm.

Resumen trabajo 2: Stability of silver nanoparticles obtained by chemical methods and by laser ablation in the presence of starch

Las NPs de Ag en solución, soportadas sobre un sustrato o incorporadas en matrices orgánicas o inorgánicas muestran notables propiedades físicas y químicas que dependen del tamaño y la forma. En el caso de las propiedades ópticas, estos parámetros junto con el índice de refracción del medio circundante y la presencia de una cubierta determinan las características de la resonancia plasmónica. Los nanomateriales tienen implicaciones de amplio alcance en una variedad de áreas, incluyendo la física, la química, la electrónica, entre otras.

Polímeros naturales como almidón y quitosano han sido utilizados para estabilizar nanopartículas de plata, utilizando diferentes reductores, como por ejemplo glucosa, el uso de materiales biocompatibles en la síntesis y estabilización de nanopartículas, juegan un importante papel. En este trabajo se compara la estabilidad de NPs de Ag fabricadas utilizando la técnica física de ablación láser de un blanco sólido en solución y un método de síntesis química, empleando almidón soluble como estabilizador en ambos casos. El estudio de la estabilidad se logró analizando la posición del pico del plasmón de los espectros de extinción obtenidos inmediatamente después de la preparación y luego de varias semanas.

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TÉCNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES (desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).

8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.

12. DIRECCION DE TESIS. Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.

Tesis de grado:

Apellido y Nombres del tesinista: Matías Nicolás Pila

Título: "Efecto del sustituyente, el solvente, y la luz sobre la estructura de bases de Schiff derivadas de salicilaldehído".

Dirección: Dra. Danila L. Ruiz

Co-dirección: Dra. Valeria B. Arce

Periodo: Septiembre de 2014 – marzo 2015.

Categoría: Alumno Avanzado de la Licenciatura en Química (Orientación Química Orgánica). Facultad de Ciencias Exactas (UNLP).

Lugar: LADECOR, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Apellido y Nombres del tesinista: Florencia Ortega

Título: "Películas activas a partir de almidón y nanopartículas de plata para mejorar los procesos de conservación de alimentos".

Dirección: Dra. Valeria B. Arce

Co-dirección: Dra. María Alejandra García

Periodo: En curso (inicio octubre de 2014)

Categoría: Alumno Avanzado de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los alimentos. Facultad de Ciencias Exactas (UNLP).

Lugar: INIFTA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.

Evento: NanoCórdoba 2014

Participación: Poster: Estabilidad de nanopartículas de plata obtenidas por métodos químicos y por ablación láser en presencia de almidón.

Autores: Valeria B. Arce; Florencia Ortega; David Muñetón Arboleda; Jesica M. J. Santillán; Daniel O. Mártire; Lucía B. Scaffardi y Daniel C. Schinca.

Lugar y fecha: Córdoba, 22 al 24 de octubre de 2014.

Participación:

En este trabajo he realizado síntesis química de las NPs de Ag se realizó añadiendo gota a gota una solución de NaBH_4 recién preparada sobre una solución conteniendo AgNO_3 y almidón soluble, como así también la fabricación por ablación se utilizó un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en una solución de agua con citrato trisódico a diferentes fluencias

He participado de la discusión de los resultados, redacción del trabajo resumen y elaboración del poster.

Evento: NanoCórdoba 2014

Participación: Poster: Determinación de tamaño de nanopartículas de plata con modificador superficial fabricadas por ablación láser de pulsos ultracortos utilizando espectroscopía de extinción óptica.

Autores: David Muñetón Arboleda; Jesica M. J. Santillán; Valeria B. Arce; Daniel O. Mártire; Lucía B. Scaffardi y Daniel C. Schinca

Lugar y fecha: Córdoba, 22 al 24 de octubre de 2014.

Participación:

En este trabajo he realizado la fabricación por ablación se utilizó un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en una solución de agua con citrato trisódico a diferentes fluencias

He participado de la discusión de los resultados, redacción del trabajo resumen y elaboración del poster.

Evento: 99º Reunión Nacional de Física de la Asociación Física Argentina

Participación: Poster: Características plasmónicas de nanopartículas de plata generadas por ablación láser de fs en agua usando diferentes fluencias y concentraciones de citrato trisódico

Autores: Jesica M. J. Santillán; David Muñetón Arboleda; Valeria B. Arce; Daniel O. Mártire; Lucía B. Scaffardi y Daniel C. Schinca.

Lugar y fecha: Tandil, Buenos Aires, 22 al 25 de septiembre de 2014.

Participación:

En este trabajo he realizado la fabricación por ablación se utilizó un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en una solución de agua con citrato trisódico a diferentes fluencias

He participado de la discusión de los resultados, redacción del trabajo resumen y elaboración del poster.

Evento: X Taller de Óptica y Fotofísica (TOPFOT) - V Encuentro de Estudiantes de Óptica y Fotofísica (EEOF)

Participación: Poster: Estudio comparativo de estabilidad de nanopartículas de plata fabricadas en agua por métodos químicos y por ablación láser usando citrato de sodio como estabilizador.

Autores: David Muñetón Arboleda; Jesica M. J. Santillán; Florencia Ortega; Valeria B. Arce; Daniel O. Mártire; Lucía B. Scaffardi y Daniel C. Schinca

Lugar y fecha: Campana, Buenos Aires, Argentina, 27 al 30 de mayo de 2014.

Participación:

En este trabajo he realizado síntesis química de las NPs de Ag se realizó añadiendo gota a gota una solución de NaBH₄ recién preparada sobre una solución conteniendo AgNO₃ y citrato trisódico, como así también la fabricación por ablación se utilizó un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en una solución de agua con citrato trisódico a diferentes fluencias

He participado de la discusión de los resultados, redacción del trabajo resumen y elaboración del poster.

Evento: VII Encuentro sobre Aplicaciones Ambientales de Procesos Oxidativos Avanzados y I Congreso Iberoamericano de Procesos Oxidativos Avanzados

Participación: Poster: Foto-reducción de HgCl₂ por irradiación anaeróbica.

Autores: Valeria B. Arce, Julia Cillero, Carla R. Mucci, Mariano Cipollone, Daniel O. Mártire.

Lugar y fecha: Recife (Brasil) 15 al 18 de octubre de 2013.

Participación:

En este trabajo he realizado los experimentos fotoquímicos de foto-reducción de HgCl₂. Se realizaron experiencias con diferentes concentraciones de HgCl₂, en soluciones de 1,4-naftoquinona o de ácidos fúlvicos, en presencia de ácido fórmico. Se realizó una actinometría con soluciones de ferrioxalato de potasio.

He participado de la discusión de los resultados, redacción del trabajo resumen y elaboración del poster.

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos

Institución otorgante: Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
Subsidios para asistencia a reuniones científicas y tecnológicas
Monto recibido: \$3000

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.

Cargo: Profesor Adjunto

Dedicación: Simple

Cátedra: Química Analítica. Facultad de Ciencias Exactas. U.N.L.P.

Carácter: Interino (por designación transitoria)

Periodicidad: 01-10-2014 hasta 31-03-2015

En este cargo he cumplido 9 horas semanales frente a alumnos, demandando aproximado un 10% de mi tiempo.

Cargo: Jefe de Trabajos Prácticos

Dedicación: Simple

Cátedra: Química Analítica. Facultad de Ciencias Exactas. U.N.L.P.

Carácter: Ordinario, obtenido por concurso

Periodicidad: 13-08-2010 hasta la actualidad (con licencia desde 1-07-2013 hasta 10-02-2014). Actualmente con licencia por cargo de mayor jerarquía.

En este cargo he cumplido 9 horas semanales frente a alumnos, demandando aproximado un 10% de mi tiempo.

Cargo: Ayudante Diplomado

Dedicación: Dedicación Exclusiva

Cátedra: Introducción a la Química y Química General. Facultad de Ciencias Exactas. U.N.L.P.

Carácter: Ordinario, obtenido por concurso

Periodicidad: 1-04-2012 hasta 10-02-2014

En este cargo he cumplido 9 horas semanales frente a alumnos, demandando aproximado un 10% de mi tiempo.

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

Supervisión de estudiantes:

Supervisión de las actividades de las estudiantes de grado Florencia Ortega, Virginia Romañano en la síntesis de nanopartículas de sílice modificadas y su aplicación en la extracción de metales tóxicos y de las estudiantes Julia Cillero y Carla Mucci en el estudio de la foto-reducción de HgCl_2 por irradiación anaeróbica con luz UV-A. Estas investigaciones fueron iniciadas con anterioridad.

Formación de Recursos Humanos en Extensión

Co-directora de la Beca de Formación en Extensión Universitaria de la Srta. Florencia Ortega, otorgada por la Universidad Nacional de La Plata para realizar tareas en el marco del Proyecto de Extensión "La Ciencia también es cosa de chicos" (febrero- diciembre 2014).

Proyectos de investigación de los cuales forma parte:

1- Efecto de Nanomateriales Metálicos en la Generación y Decaimiento de Oxígeno Singlete.

Aplicaciones Biológicas. ANPCyT, PICT 2012- 1817.

Director: Daniel O. Mártire

Participación: grupo responsable

Fecha de participación: 05-2013 a la fecha

2- Interacción de nanomateriales con sustancias húmicas, especies reactivas y la radiación solar. Efecto sobre sus propiedades fisicoquímicas. ANPCyT, PICT 2012 – 2359.

Director: Mónica C. Gonzalez

Participación: grupo responsable
Fecha de participación: 05-2013 a la fecha

3- Desarrollo en la obtención de nuevos materiales a partir de la síntesis y derivatización de nanopartículas de silicio y sílice. UNLP

Director: Paula Caregnato

Fecha de participación: 1-08-2012 al 31-07-2014

4- Síntesis y caracterización de nanopartículas de sílice y sílice mesoporosa con aplicaciones ambientales. ANPCyT, PICT 2008- 686

Director: Daniel O. Mártire

Fecha de inicio y finalización del Proyecto: 1-10-2010 al 1-10-2013

Evaluador en revistas científicas

Evaluador de la revista *Journal of Physics D: Applied Physics* en el año 2013.

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicité la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas u óxidos metálicos fabricadas con química húmeda y por ablación láser de pulsos cortos. Aplicaciones.

El plan para el próximo período continúa desarrollando básicamente las líneas presentadas en el anterior, agregándose objetivos correspondientes a la línea de química húmeda. Los objetivos presentados conforman las tareas que se desarrollarán también en períodos subsiguientes.

Objetivos

A) Fabricación y fragmentación de nanopartículas metálicas por procesos físicos: ablación con pulsos ultracortos intensos de luz (utilizando un láser de femtosegundos de Ti:Za). Análisis de mecanismos.

B) Síntesis de partículas metálicas, bimetálicas y con estructuras core-shell conformadas por un núcleo metálico y un recubrimiento dieléctrico o con núcleo dieléctrico y recubrimiento metálico.

C) Caracterización de tamaño de nanopartículas metálicas simples o core-shell en solución fabricadas con química húmeda o por ablación, utilizando extinción espectral en el rango óptico extendido, espectroscopía de partícula simple y espectroscopía de plasmones superficiales, complementadas con TEM y AFM.

D) Síntesis de partículas de óxidos metálicos con química húmeda.

E) Estudio de las posibles aplicaciones

Métodos y técnicas a emplear

A-1: Fabricación de nanopartículas metálicas por ablación con pulsos ultracortos de alta potencia: utilización de distintos metales de transición y aleaciones en solución. Parametrización de los procesos involucrados [1,2]. Se efectuarán estudios sistemáticos de fabricación de nanopartículas de distintos metales por ablación láser para caracterizar su distribución de tamaño. La metodología a utilizar en este caso se

basa en la caracterización de distintos parámetros, tales como fluencia, energía por pulso, duración de pulso (fs y ps), que permitan obtener nanopartículas pequeñas. También se explorará la ablación de muestras de aleaciones con el objeto de estudiar la fabricación de Nps que permitan caracterizar la ubicación de la resonancia de plasmón para diversas aplicaciones. Se analizarán y parametrizarán los procesos involucrados en la fabricación de Nps y su relación con variables del láser como longitud de onda, energía por pulso, etc.

El equipo consiste en un sistema láser CPA (chirped pulse amplification) basado en un cristal de Ti:Zafiro emitiendo en 800 nm con una repetición de 1 kHz, 120 fs de ancho pulso y con energía de pulso de hasta 1 mJ.

A-2: Fragmentación de nanopartículas metálicas generadas por ablación con pulsos ultracortos de alta potencia. Estudio de los mecanismos involucrados.

La distribución de tamaños de Nps de diferentes metales obtenida por ablación láser con pulsos ultracortos, mencionada en A-1 puede ser modificada en una segunda etapa por fragmentación de las mismas. Este procedimiento produce Nps de radios menores que los obtenidos en la primera etapa.

En este sentido se realizará una caracterización de la distribución de tamaños de Nps de diferentes metales obtenidas por fragmentación. La metodología se basa en un análisis sistemático de la variación de distintos parámetros experimentales tales como tiempo de fragmentación, enfoque, duración del pulso y longitud de onda que permita relacionar los mismos con los tamaños de partículas obtenidos. Se estudiarán de los principales mecanismos involucrados en la fragmentación de Nps y su dependencia con parámetros experimentales tales como fluencia, medio circundante, etc.

A-3: Estudio y comparación de los espectros de extinción de nanopartículas generadas y fragmentadas. Determinación de radio medio. Comparación con TEM. Se analizarán los espectros de extinción correspondientes a las muestras de Nps de diferentes metales fabricadas y fragmentadas descritas en los puntos A-1 y A-2.

A partir de la teoría de Mie [3] se reproducirán los espectros de extinción utilizando el radio como parámetro de ajuste y se determinarán los radios medios de cada caso particular.

B-1: Las nanopartículas de Au y Ag pueden ser sintetizadas por diferentes métodos, entre los que se destacan aquellos en solución por su versatilidad, elevada monodispersión y por la posibilidad de controlar el tamaño cambiando la proporción de reactivos [4-7]. Es posible funcionalizar las NPs con diferentes moléculas (o biomoléculas) durante o después de la síntesis [4,8]. En este sentido, durante mi trabajo de tesis doctoral he adquirido experiencia en la modificación de nanopartículas de sílice, con moléculas orgánicas, su caracterización y empleo en experimentos fotoquímicos [9-11].

Alternativamente al método de ablación láser del tipo top-down se empleará la síntesis por vía húmeda (bottom-up). Las nanopartículas de oro se sintetizarán mezclando HAuCl_4 junto con la solución de surfactante (NaAOT), luego se agregará la solución del agente reductor (NaBH_4) en etanol. Las nanopartículas de plata y cobre se pueden sintetizar mediante el mismo procedimiento utilizando como reactivos AgNO_3 y $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Las nanopartículas bimetálicas pueden sintetizarse a partir de una solución que contenga $\text{Au}(\text{AOT})_3$ y $\text{Ag}(\text{NO}_3)_3$, en presencia de NaBH_4 como reductor. Se obtienen nanopartículas Au-Ag de composiciones diferentes cuando se trabaja en diferentes relaciones molares [12]. Las nanopartículas de Au-Cu pueden obtenerse de la misma manera pero en este caso la solución de HAuCl_4 se mezcla con $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

B-2: Se sintetizarán nanopartículas de SiO_2 recubiertas con metales. Se utilizarán nanopartículas de sílice pirógena o "fumed" (Sigma-Aldrich, 99,8 %, área superficial $390 \pm 40 \text{ m}^2/\text{g}$ y diámetro de partícula 7 nm). La primera etapa consiste en la modificación superficial de las nanopartículas de sílice con (3-aminopropil)-trimetoxisilano (APTMS). Esto se realiza en un balón, donde se adicionan nanopartículas de sílice, tolueno y APTMS, se coloca en un manto calefactor de manera de controlar la velocidad de calentamiento para que la mezcla entre en reflujo, condición que se debe mantener por 24 horas.

La segunda etapa es la deposición de nanopartículas de oro sobre la superficie de la sílice modificada, por dos métodos: Poniendo en contacto con una solución que contenga las nanopartículas de Au o colocando HAuCl_4 y produciendo luego la reducción del oro. En ambos casos para estabilizar las nanopartículas de oro se utiliza Polyvinylpirolidone (PVP) [13]. Esta misma técnica puede utilizarse para la preparación de nanopartículas de SiO_2 recubiertas con otros metales como Ag o Cu.

B-3: Se prepararán nanopartículas de Ag recubiertas con SiO_2 . Se sintetizan previamente nanopartículas de plata. Para el recubrimiento se agrega un tetraalcoxisilano (TEOS o TBOS) sobre la solución que contiene nanopartículas de plata y se adiciona inmediatamente una solución de dimetilamina (DMA), la mezcla se mantiene con agitación por 30 minutos [14]. Con el mismo procedimiento se pueden realizar nanopartículas con diferentes metales.

C-1: Implementación de técnicas de espectroscopía de campo oscuro: La microscopía de campo oscuro es una variante de la microscopía óptica que permite realzar detalles pequeños de la muestra. Se basa en el fenómeno de reflexión total interna frustrada. La metodología a seguir para lograr este objetivo consiste en la adaptación de un microscopio óptico de campo brillante para convertirlo en campo oscuro con el fin de medir espectros de partícula simple a través de la observación de la emisión plasmónica de Nps metálicas únicas.

La muestra se coloca sobre el lado mayor de un prisma trapezoidal invertido y es iluminada a través de éste en configuración de reflexión total interna. Los dispositivos del microscopio tradicional deben adaptarse adecuadamente para recibir las ondas propagantes generadas por las Nps de la muestra sobre el prisma.

C-2: Implementación de espectroscopía de resonancia de plasmomes: Esta técnica es complementaria de la anterior y se puede desarrollar con una adaptación similar a la descrita en el punto anterior. Consiste en la adaptación de un sistema de microscopía óptica convencional para medición de resonancia de plasmones en superficies [15]. Permite determinar índices de refracción de películas nanoestructuradas, como así también sus espesores.

D) Nanopartículas de óxidos metálicos:

Se sintetizarán nanopartículas Fe_3O_4 con y sin recubrimiento polimérico. Las primeras se sintetizarán por el método de coprecipitación de sales de hierro, también es posible obtener partículas de ferrita de cobalto realizando la coprecipitación con CoCl_2 y FeCl_3 [17].

Para las nanopartículas incluidas en polímeros se utilizarán diferentes métodos, como el agregado de ácido oleico y dodecil benceno sulfonato sódico (DBSS) con el fin de modificar las propiedades de la superficie de los agregados magnéticos [16]. También es posible preparar nanopartículas incluidas en poliestireno: Estas partículas pueden sintetizarse por polimerización en emulsión de estireno, previa síntesis de las nanopartículas Fe_3O_4 por coprecipitación [18].

E) Estudio de las posibles aplicaciones

Se estudiará la capacidad antimicrobiana de las nanopartículas de plata.

Se desarrollarán películas biodegradables a partir de almidón de maíz con y sin el agregado de nanopartículas de plata. Se prepararán suspensiones acuosas de almidón de maíz las que se gelatinizarán, luego se incorporará glicerol (como plastificante). Las nanopartículas de plata estabilizadas con almidón nativo o soluble se agregaran a las suspensiones filmogénicas gelatinizadas, y posteriormente se realizará el agregado de glicerol, se obtendrán películas por el método de moldeo utilizando una relación masa de suspensión filmogénica/área constante [19,20,21]. Con el fin de estudiar la efectividad de las formulaciones desarrolladas se evaluará la vida útil de un alimento a través de ensayos microbiológicos.

Bibliografía

- [1] L. B. Scaffardi and J. O. Tocho, *Nanotechnology*, 17, 1309 (2006)
- [2] L. B. Scaffardi, M. Lester, D. Skigin and J. O. Tocho, *Nanotechnology*, 18, 315402-8 (2007)
- [3] G.Mie, *Ann.Phys (Leipzig)* 25, 377 (1908)
- [4] Daniel, M. C.; Astruc, D., 2004, *Chem. Rev.*, 104, 293-346.
- [5] Cushing, B. L.; Kolesnichenko, V.L.; O'Connor, C.J., 2004, *Chem. Rev.*, 104, 3893-3946.
- [6] Dahl, J.A.; Maddux, B.L.S.; Hutchison, J.E. 2007, *Chem. Rev.*, 107, 2228-2269.
- [7] Masala, O.; Seshadri, R., 2004, *Annu. Rev. Mater. Res.*, 34, 41–81.
- [8] Niemeyer, C., 2001, *Angew. Chem. Int.*, 40, 4128.
- [9] Ruiz, A.; Caregnato, P.; Arce, V.B.; Schiavoni, M.M.; Mora, V.C., Gonzalez, M.C.; Allegretti, P.E.; Mártire, D.O., 2007, *J. Phys. Chem. C.*, 111, 7623-7628.
- [10] Arce, V.B.; Bertolotti, S.G.; Oliveira, F.J.V.E.; Airoidi, C.; Gonzalez, M.C.; Allegretti, P.E.; Mártire, D.O., 2009, *Spectrochimica Acta A*, 73, 54-60.
- [11] Arce, V.B.; Rosso, J.A.; Oliveira, F.J.V.E.; Airoidi, C.; Soria, D.B.; Gonzalez, M.C.; Allegretti, P.E.; Mártire, D.O., 2010, *Photochem. Photobiol.*, 86, 1208-1214.
- [12] Kim, M. J.; Na, H. J.; Lee, K. C.; Yoo, E.; Lee, M., 2003, *J. Mater. Chem.*, 13, 1789–1792.
- [13] Choma, J.; Dziura, A.; Jamiola, D.; Nyga, P.; Jaroniec, M., 2011, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 373, 167–171.
- [14] Niitsoo, O.; Couzis, A., 2011, *Journal of Colloid and Interface Science*, 354, 887–890.
- [15] U.Kreibig and P. Zacharias, *Z. Physik* 231, 128 (1970)
- [16] Xiangling Xu, Sara A. Majetich, and Sanford A. Asher. *J. Am. Chem. Soc.*, 2002, 124, 13864-13868.
- [17] S. Ravi, A. Kartikeyan. *Adv. Mat. Lett.* 2013, 4(7), 562-566.
- [18] Xiangling Xu, Gary Friedman, Keith D. Humfeld, Sara A. Majetich, and Sanford A. Asher. *Chem. Mater.* 2002, 14, 1249-1256.
- [19] García, M.A.; Martino, M.N. y Zaritzky, N.E. (1998). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3758–3767.
- [20] Liu, Z. y Han, J.H. (2005). *Journal of Food Science*, 70(1), 31–36.
- [21] Lourdin, D.; Bizot, H.y Colonna, P. (1997). Antiplasticization in starch glycerol films. *Journal of Applied Polymer Science*, 63, 1047-1053.
- [22] García, M.A., Martino, M.N. y Zaritzky, N.E. (2000)., *Starch/Stärke*, 52(4), 118-124.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
 - Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período".
 - Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.
- C. Sistema SIBIPA:
- Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.