

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2017

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: ARCE

NOMBRES: VALERIA BEATRIZ

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: City Bell CP: 1896 Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):

varce@ciop.unlp.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

Síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas fabricadas con química húmeda y por ablación láser de pulsos cortos. Aplicaciones a la biología y el medioambiente.

PALABRAS CLAVE (HASTA 3) nanopartículas ablación láser plasmónica

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:

Dirección: Calle: Cno. Centenario y 506 N°: -

Localidad: Gonnet CP: 1897 Tel: 484-0280

Cargo que ocupa: Investigador Asistente

5. DIRECTOR DE TRABAJOS (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: Schinca Daniel

Dirección Particular: Calle: :

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 2017 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2015 al 31-12-2016, para las presentaciones bianuales. Para las presentaciones anuales será el año calendario anterior.

Localidad: La PLata CP: 1900 Tel:

Dirección electrónica:

daniels@ciop.unlp.edu.ar

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

1) Síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas y con estructuras core@shell conformadas por un núcleo metálico y un recubrimiento dieléctrico o con núcleo dieléctrico y recubrimiento metálico.

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

Síntesis química de partículas metálicas y con estructuras core@shell conformadas por un núcleo metálico y un recubrimiento dieléctrico, con núcleo dieléctrico y recubrimiento metálico.

2) Estudio de las aplicaciones de las nanopartículas sintetizadas para efectos bactericidas y sensores de contaminantes orgánicos.

Se desarrollan películas nanocompuestas biodegradables, con el fin de obtener envases con capacidad antimicrobiana aptos para alimentos.

Evaluación de la capacidad de los nuevos materiales como sensores para detectar contaminantes orgánicos. Se realiza un seguimiento del pico del plasmón y un estudio del FWHM de las suspensiones de AgNP en función de la concentración de contaminante.

7. 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.

1- Se estudió el efecto de la cobertura de SiO₂ en las características plasmónicas de nanopartículas de plata generadas por ablación láser de fs. Se prepararon nanopartículas de Ag (AgNPs) y AgNPs recubiertas con sílice (Ag@SiO₂). Las AgNPs se fabricaron mediante ablación láser con un 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 citrato trisódico utilizando energías de 100 μJ y 500 μJ. Para obtener las Ag@SiO₂ se realizó una cobertura de las AgNPs con SiO₂ por el método de Stöber. Tanto las AgNPs como las Ag@SiO₂ fueron caracterizadas analizando la posición del máximo y el ancho medio de los espectros de extinción obtenidos inmediatamente después de la preparación. Se realizó el estudio de las muestras por espectroscopía de extinción óptica y los espectros se ajustaron mediante cálculos basados en teoría de Mie, teniendo en cuenta nanopartículas metálicas con y sin cobertura permitiendo explicar el desplazamiento experimental del pico del plasmón hacia el rojo. Los estudios realizados con TEM muestran las estructuras core@shell en la suspensión coloidal. A partir de estos resultados será posible proponer síntesis de

nanomateriales con un pico de plasmón sintonizable, controlando el espesor de la cobertura de sílice sobre la Ag.

2-Se realizó un estudio comparativo de la síntesis de AgNPs, utilizando como agentes reductores ácido cítrico comercial y jugo de limón natural en solución acuosa. El jugo de limón se caracterizó analizando el contenido de diferentes compuestos activos, como vitamina C, flavonoides, azúcares, entre otros, los cuales pueden actuar tanto como agentes reductores efectivos y como "capping agent" en la síntesis de nanopartículas. Se evaluaron las condiciones óptimas de ensayo y la formación de nanopartículas mediante el seguimiento de los espectros de absorción obtenidos a distintos tiempos durante la síntesis. Las AgNPs fueron caracterizadas por espectroscopía UV-Vis, TEM y potencial zeta. Se observó que el uso de ácido cítrico comercial como reductor no conduce a la formación de nanopartículas, sin embargo al utilizar jugo de limón natural se observa un plasmón en la región de 420-450 nm del espectro de absorción, característico de las AgNPs. Los resultados informados hasta momento son preliminares. Luego las AgNPs sintetizadas mediante la reducción con el jugo de limón serán incorporadas a suspensiones filmogénicas de almidón de maíz con el fin de obtener películas nanocompuestas con actividad antimicrobiana para el uso como materiales activos de envasado de alimentos.

3-Se sintetizaron AgNP estabilizadas con ácidos húmicos por un método químico y por el método físico de ablación láser. La síntesis química de las AgNPs se realizó utilizando ácido ascórbico como agente reductor y ácidos húmicos como estabilizantes. El sistema se mantuvo en reflujo durante 1 h aproximadamente. Para la preparación de las AgNPs por ablación 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 acuosa de ácidos húmicos, utilizando 500 μ J de energía por pulso. Mediante espectroscopía de extinción óptica se confirma la formación de AgNP ya que presenta el plasmón característico. Las AgNP fueron caracterizadas espectroscopía micro-Raman y potencial zeta, mediante estudios de TEM fue posible conocer el tamaño de las nanopartículas sintetizadas.

Se estudiaron los cambios producidos en los espectros de extinción de las suspensiones de AgNPs en presencia de diferentes cantidades de contaminantes orgánicos sencillos como etanol, acetona y DMSO. El estudio se logró analizando la posición del pico del plasmón y el ancho medio de los espectros de extinción obtenidos inmediatamente después del agregado del contaminante. Se observa un claro corrimiento de la posición del máximo del pico del plasmón debido a la presencia de los contaminantes, además es posible apreciar diferencias en la forma de los espectros para las suspensiones de nanopartículas preparadas por los diferentes métodos. También se ha realizado el análisis teórico de los espectros de extinción de las suspensiones de AgNPs en presencia de diferentes concentraciones de contaminantes, mediante el uso de software basado en teoría de Mie y la correspondiente modificación de la función dieléctrica del medio. Estos estudios forman parte del estudio de aplicación de éstas AgNP como sensores de contaminantes.

4- He comenzado una colaboración con la Dra. Natalia Bellotti de CIDEPINT, quien trabaja desarrollando pinturas antimicrobianas, que son una herramienta importante para prevenir la colonización biológica y prevenir la aparición de biodeterioro y problemas de salud. Para este trabajo he preparado nanopartículas por ablación utilizando un láser de Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm. En primer lugar he sintetizado AgNP estabilizadas con citrato trisódico, estas nanopartículas están muy bien caracterizadas por trabajos anteriores de nuestro grupo. Además he sintetizado AgNP estabilizadas con algunos de componentes utilizados en la formulación de las pinturas, como espesante celulósico y el tensioactivo tritón-X 100. Estas nuevas NP se encuentran en la etapa de caracterización, se han estudiado por espectroscopía de extinción óptica, observando el

plasmón característico de las AgNP, se ha realizado la determinación de la cantidad de Ag presente en las suspensiones por ICP, se han realizado estudios de TEM para evaluar la forma y el tamaño de las mismas. Se ha comenzado con los estudios de incorporación de las diferentes AgNP en una pintura acrílica al agua. Estos ensayos se realizan con distintas concentraciones de nanopartículas para estudiar la eficiencia antimicrobiana de las mismas. En la actualidad se continúa con los ensayos para encontrar la concentración de AgNP óptima para el desarrollo de pinturas antimicrobianas.

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

8.1 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. Asimismo, para cada publicación deberá indicar si se encuentra depositada en el repositorio institucional CIC-Digital.*

1)

Autores: Valeria B. Arce, Jesica M. J. Santillán, David Muñetón Arboleda, Diego Muraca, Lucía B. Scaffardi, and Daniel C. Schinca

Título: Characterization and Stability of Silver Nanoparticles in Starch Solution Obtained by Femtosecond Laser Ablation and Salt Reduction

Publicación: The Journal of Physical Chemistry C, 2017, 121, 10501–10513.

Abstract

Silver nanoparticles (Ag NPs) colloids obtained by femtosecond laser ablation in soluble starch (st) solution and silver salt reduction methods were characterized using optical extinction spectroscopy, micro-Raman spectroscopy, transmission electron microscopy, and zeta potential. Type, number density, and relative percentage of species were determined for the first time based on OES and Raman analysis. Both synthesis methods yield bare Ag and core-shell Ag@Ag₂O spherical NPs with log-normal size distributions centered in the range 1–3 nm. Pulsed laser ablation produced also hollow Ag species. The presence of an Ag₂O shell is fundamental for the antibacterial properties of Ag NPs through the production of Ag⁺ ions. Stability studies based on the evolution of OES and zeta potential show that laser ablation method produces colloids that stabilize much faster than those synthesized by salt reduction method for a given st concentration. It was found that an increase in soluble st concentration produces a redshift of the Ag plasmon peak with respect to neat water, which is steeper for high pulse energy. Particularly, low energy pulses seem to produce more stable colloids than high energy pulses. Knowledge of these facts may be useful in synthesis of silver colloids for specific applications in biomedicine and food industry.

Participación

En este trabajo he preparado las nanopartículas de Ag estabilizadas con almidón tanto por síntesis química como por ablación láser. He realizado la caracterización de las nanopartículas por diferentes métodos, como espectroscopía de extinción

óptica, TEM, espectroscopía micro-Raman y potencia zeta. He participado del análisis y discusión de los resultados, y de la redacción del trabajo.

2)

Autores: Florencia Ortega, Leda Giannuzzi, Valeria B. Arce, M. Alejandra García
Título: Active composite starch films containing green synthesized silver nanoparticles

Publicación: Food Hydrocolloids, 2017, 70, 152-162.

Abstract

The aims of this work were to couple both the silver nanoparticles (AgNPs) synthesis, and filmogenic suspensions preparation, to characterize the obtained AgNPs and the derived nanocomposite films studying their antimicrobial capacity and developing an active packaging. One of the new approaches to this work is the use of low concentrations of AgNPs at which no adverse cytotoxic effects have been observed. Nanoparticles were characterized by spectrophotometric techniques and electron microscopy, finding that they are spherical with diameters varying between 5 and 20 nm and detecting the formation of agglomerates. The addition of AgNPs did not affect the filmogenic capacity of gelatinized starch suspension. The content of AgNPs caused a slight increase in film thickness and opacity, keeping the material UV-barrier capacity. A decrease in water vapor permeability with increasing AgNPs concentration was observed. Besides, AgNPs allow the matrix reinforcement, developing a more resistant and tough material, with smooth and homogeneous surfaces, as evidenced by SEM, and maintaining their heat sealing capacity. Nanocomposite films containing AgNPs concentrations greater than 71.5 ppm inhibited the growth of *E. coli* ATCC and *Salmonella* spp., which are responsible for most foodborne diseases. However, films containing 143 ppm AgNPs were selected since they better maintained their integrity to microbial attack. These active films were able to extend the shelf-life of fresh cheese samples for 21 days. Thus, it was possible to develop and characterize nanocomposite films based on corn starch and containing AgNPs, which confers them antimicrobial properties.

Participación

En este trabajo he colaborado en la preparación de las suspensiones filmogénicas con y sin nanopartículas de Ag. También participé de la caracterización de las AgNP por espectroscopía UV-Vis y TEM, y de la evaluación de la capacidad de barrera UV, permeabilidad al vapor de agua, ensayos antimicrobianos de los films. He participado del análisis y discusión de los resultados, y de la redacción del trabajo.

8.2 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.*

8.3 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-

Autores: Valeria B. Arce, Carla R. Mucci, Alejandra M. Fernández Solarte, Rosa M. Torres Sánchez and Daniel O. Mártire

Título: Application of novel fulvic acid- coated magnetite nanoparticles for CO₂-mediated photoreduction of Cr(VI)

Enviado para publicación: Water, Air, & Soil Pollution, aceptado para publicación en enero de 2018.

Abstract

We here isolate fulvic acids from vermicompost to prepare and characterize novel fulvic acid-coated magnetite nanoparticles. UV-A irradiation of suspensions of the nanoparticles under different experimental conditions led to photoreduction of Cr(VI). In anoxic conditions in the presence of formic acid, after 60 min of irradiation ca.100% of Cr(VI) was reduced. Under these conditions, the carbon dioxide radical anions, CO₂·-, mediated the photo-reduction of Cr(VI). However, the high reduction potential of Cr(VI) and the variety of reactive species generated upon UV-A irradiation make this nanomaterial also suitable for Cr(VI) photo-reduction also under aerobic conditions in the presence of formic acid or under anoxic conditions without the addition of formic acid. The possible photodegradation routes involved are discussed in detail.

Participación

En este trabajo realicé la extracción de ácidos fúlvicos partir de vermicompost (VFA) y se sintetizaron por primera vez nanopartículas magnéticas recubiertas con ácidos fúlvicos (VFANP). Realicé la caracterización de los VFA y de las VFANP.

Estudí la foto-reducción de Cr(VI) mediada por VFA en solución y por VFANP en suspensión, por irradiación anaeróbica con luz UV-A. La ventaja de estos nanomateriales es la capacidad de su remoción en aguas por su propiedad magnética. Se caracterizaron los VFA y las VFANP por diferentes técnicas. He participado del análisis y discusión de los resultados, y de la redacción del trabajo donde participo como corresponding author.

2-

Autores: David Muñetón Arboleda, Jesica M. J. Santillán, Valeria B. Arce, Marcela B. Fernández van Raap, Diego Muraca, Mariela A. Fernández, Rosa M. Torres Sánchez, Daniel C. Schinca and Lucía B. Scaffardi.

Título: A simple and "green" technique to synthesize long-term stability colloidal Ag nanoparticles: fs laser ablation in a biocompatible aqueous medium.

Enviado para publicación: Materials Characterization, aceptado para publicación en abril de 2018.

Abstract

A comparative study of spectral characteristics, size distribution, composition, morphology and long-term stability of colloidal Ag NPs synthesized by ultrashort pulse laser ablation of a solid target and by chemical salt reduction, both in Trisodium Citrate (TSC) aqueous solution was carried out. Several techniques were independently used to characterize optical, structural and compositional properties of the colloidal samples. Both synthesis routes yield bare core Ag and Ag@Ag₂O core@shell NPs, with size distributions of roughly similar size centered at about 1.2

nm radius. Stability analysis of samples was conducted for several weeks and after one-year of fabrication, analyzing the characteristics of the plasmon resonance in the optical extinction spectra and independently by zeta potential measurements. For laser ablation colloids, plasmon peak reaches redshift saturation regime at the second week, while salt reduction colloids seem to reach saturation at times beyond one year. After one year, colloids synthesized by UPLA still show a clear single plasmon resonance in their optical spectra together with higher negative zeta potential values, compatible with very good stability characteristics and no signs of agglomeration. A suitable selection of laser pulse energy and citrate concentration may be used for tuning plasmon resonance peak position and FWHM for specific applications. The biocompatibility properties and good stability of the colloids generated by “green” UPLA may boost its use as long-term antimicrobial additive in films, antifungal paints and antibacterial composites.

Participación

En este trabajo he preparado las nanopartículas de Ag estabilizadas con citrato trisódico tanto por síntesis química como por ablación láser. He realizado la caracterización de las nanopartículas por diferentes métodos, como espectroscopía de extinción óptica, TEM, espectroscopía micro-Raman y potencia zeta. He participado del análisis y discusión de los resultados, y de la redacción del trabajo.

8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

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

8.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda. Indicar en cada caso si se encuentra depositado en el repositorio institucional CIC-Digital.*

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 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.*

9.2 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.*

9.3 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.*

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

9.5 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.

10. 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.

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

11.1 DOCENCIA

11.2 DIVULGACIÓN

Extensión

Evento: Museos a la luz de la luna

Organiza: UNLP

Carácter de participación: Química a la luz de la luna (presentación del proyecto “La Ciencia también es cosa de chicos”)

Lugar y Fecha: La Plata, 11 de noviembre de 2017.

Evento: V CONESEX.

Organiza: Facultad de Ciencias Exactas (UNLP).

Carácter de participación: presentación del póster sobre el proyecto “La Ciencia también es cosa de chicos”.

Lugar y Fecha: La Plata, Argentina, 8 al 10 de septiembre de 2017.

Evento: VII Jornadas de Jóvenes Investigadores y Extensionistas

Organiza: Facultad de Ciencias Naturales (UNLP).

Carácter de participación: presentación del póster sobre el proyecto “La Ciencia también es cosa de chicos”.

Lugar y Fecha: La Plata, Argentina, 29/8 al 1/9 de 2017.

En cada caso indicar si se encuentran depositados en el repositorio institucional CIC-Digital.

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

Apellido y Nombres: Florencia Ortega

Título: Materiales biodegradables con nanopartículas de plata con capacidad antimicrobiana para mejorar los procesos de conservación de alimentos.

Dirección: Dra. María Alejandra García

Co-dirección: Dra. Valeria B. Arce

Período: inicio: abril 2016

Categoría: becaria doctoral CONICET

Lugar: CIDCA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Apellido y Nombres: Joaquín E. Martínez Porcel

Título: Nanopartículas de sílice con revestimiento de metales nobles para uso en terapia fotodinámica de tumores.

Dirección: Dr. Daniel O. Mártire

Co-dirección: Dra. Valeria B. Arce

Período: Inicio: abril 2015

Categoría: becario doctoral CONICET

Lugar: INIFTA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Apellido y Nombres: Celeste S. Demaría
Título: Preparación y caracterización de nanopartículas de plata y oro recubiertas con sustancias húmicas con aplicaciones en medio ambiente
Dirección: Dra. Valeria B. Arce
Período: Octubre 2015- marzo 2018
Categoría: Becas formativas para alumnos. Facultad de Ciencias Exactas
Lugar: INIFTA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

13. 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: Celeste S. Demaría
Título: Preparación y caracterización de nanopartículas de plata y oro recubiertas con sustancias húmicas con aplicaciones en medio ambiente
Dirección: Dr. Daniel O. Mártire
Co-dirección: Dra. Valeria B. Arce
Período: Agosto 2017- actualidad
Lugar: INIFTA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Tesis de postgrado:

Apellido y Nombres: Joaquín E. Martínez Porcel
Título: Nanopartículas de sílice con revestimiento de metales nobles para uso en terapia fotodinámica de tumores.
Dirección: Dr. Daniel O. Mártire
Co-dirección: Dra. Valeria B. Arce
Período: Inicio: abril 2015
Categoría: becario doctoral CONICET
Lugar: INIFTA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Apellido y Nombres: Florencia Ortega
Título: Materiales biodegradables con nanopartículas de plata con capacidad antimicrobiana para mejorar los procesos de conservación de alimentos.
Dirección: Dra. María Alejandra García
Co-dirección: Dra. Valeria B. Arce
Período: inicio: abril 2016
Categoría: becaria doctoral CONICET
Lugar: CIDCA, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

14. 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: XVI MRS Meeting
Participación: Stability of Ag NPs in starch solution synthesized by chemical reduction and femtosecond laser ablation.
Autores: Valeria B. Arce, Jesica M. J. Santillán, David Muñetón Arboleda, Diego Muraca, Lucía B. Scaffardi y Daniel C. Schinca.
Lugar y fecha: Gramado (Brasil), 10 al 14 de septiembre de 2017

Participación:

En este trabajo he fabricado las nanopartículas de plata generadas por ablación láser de fs y por síntesis química y estudiado su estabilidad y características plasmónicas. He participado de la redacción del resumen del trabajo y elaboración del poster.

Evento: 102 Reunión de la Asociación Física Argentina

Participación: Variación de la resonancia plasmónica de NPs de plata en mezclas de dimetilsulfóxido y agua.

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

Lugar y fecha: La Plata, 26 al 29 de septiembre de 2017

Participación:

He participado de la preparación de las nanopartículas de plata utilizando ablación láser y mediante un método de síntesis química, empleando ácidos húmicos como estabilizantes en ambos casos. Estudié los cambios producidos en los espectros de extinción de suspensiones de AgNPs con diferentes concentraciones de DMSO. He participado de la redacción del resumen del trabajo y elaboración del poster.

Evento: VII Jornadas de Jóvenes Investigadores y Extensionistas

Participación: Aplicación de nanopartículas de plata como sensores de contaminantes orgánicos

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

Lugar y fecha: La Plata, 30/8 al 1/9 de 2017

Participación:

He participado de la preparación de las nanopartículas de plata utilizando ablación láser y mediante un método de síntesis química, empleando ácidos húmicos como estabilizantes en ambos casos. Estudié los cambios producidos en los espectros de extinción de suspensiones de AgNPs con diferentes concentraciones de solventes orgánicos, como etanol y acetona. He participado de la redacción del resumen del trabajo y elaboración del poster.

Evento: XVII Encuentro de Superficies y Materiales Nanoestructurados -Nano 2017

Participación: Efecto del shell de SiO₂ en las características plasmónicas de nanopartículas de plata generadas por ablación láser de fs

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

Lugar y fecha: Bariloche, 22 al 24 de mayo de 2017

Participación:

En este trabajo prepararé AgNPs mediante ablación láser y AgNPs recubiertas con sílice por el método de Stöber y el análisis de los espectros de extinción. He participado de la redacción del resumen del trabajo y elaboración del poster.

Evento: XVII Encuentro de Superficies y Materiales Nanoestructurados -Nano 2017

Participación: Síntesis verde de nanopartículas de Ag utilizando jugo de limón

Autores: Florencia Ortega, M. Alejandra García y Valeria B. Arce

Lugar y fecha: Bariloche, 22 al 24 de mayo de 2017

Participación:

En este trabajo se realizó un estudio comparativo de la síntesis de AgNPs a partir de AgNO₃, utilizando como agentes reductores ácido cítrico comercial y jugo de limón natural en solución acuosa. Realicé la caracterización por espectroscopía UV-Vis, espectroscopía micro-Raman, TEM y potencial Z. He participado de la redacción del resumen del trabajo y elaboración del poster.

Evento: NanoCórdoba 2017

Participación: Nanopartículas de plata obtenidas por ablación láser de pulsos ultracortos: una síntesis verde

Autores: V. B. Arce, D. Muñetón Arboleda, J. M. J. Santillán, L. B. Scaffardi y D. C. Schinca

Lugar y fecha: Carlos Paz, Córdoba, 19 al 20 de mayo de 2017

Participación:

En este trabajo sintetice suspensiones coloidales de nanopartículas de plata por ablación láser en presencia de citrato trisódico y almidón soluble como estabilizantes. Realicé estudios de las características plasmónicas, la distribución de tamaños, la composición, la morfología y estabilidad de las suspensiones mediante las técnicas de espectroscopía de absorción óptica, espectroscopía micro-Raman, potencial Z y AFM. He participado de la redacción del resumen del trabajo y elaboración del poster.

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

16. 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

Monto: \$ 17000

Subsidio personal: Destinado a tareas de investigación y desarrollo. Otorgado en el mes de diciembre de 2017.

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

Participación: Grupo responsable

Título del Proyecto: Nuevos Nanomateriales de Óxido de Plata y Nitruro de Carbono con Aplicaciones Ambientales

Código: PICT 2016- 0974

Institución: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

Director: Daniel O. Mártire

Fecha de inicio y finalización del Proyecto/ participación: 2017 al 2020 / 2017 a la actualidad

Título del Proyecto: Nanomateriales de Óxido de Plata y Nitruro de Carbono con Aplicaciones Ambientales

Código: X789

Institución: Universidad Nacional de La Plata

Director: Daniel O. Mártire

Fecha de inicio y finalización del Proyecto/ participación: 2017 al 2020 / 2017 a la actualidad

Participación: Integrante

Título del Proyecto: Pulsos ultracortos de luz en plasmónica y generación de radiación terahertz

Código: 11/1197

Institución: Universidad Nacional de La Plata

Director: Daniel C. Schinca

Fecha de inicio y finalización del Proyecto: 2014- 2017

Fecha de inicio y finalización de participación: 2015 a la fecha

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

Premio a la presentación “Efecto del shell de SiO₂ en las características plasmónicas de nanopartículas de plata generadas por ablación láser de fs” otorgado en el XVII Encuentro de Superficies y Materiales Nanoestructurados -Nano 2017.

19. 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.*

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

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 (licencia desde 1-07-2013 hasta 10-02-2014, por incompatibilidad. Licencia desde 01-10-2014 hasta 01-03-2016 por cargo de mayor jerarquía. Licencia desde 1-07-2016 hasta 28-02-2017 por incompatibilidad)

Cargo: Jefe de Trabajos Prácticos

Dedicación: Exclusivo

Cátedra: Físicoquímica. Facultad de Ciencias Exactas. U.N.L.P.

Carácter: Interino, obtenido por orden de méritos de concurso

Periodicidad: 01-07-2016 hasta 28-02-2017.

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

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

Título: Síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas fabricadas con química húmeda y por ablación láser de pulsos cortos. Aplicaciones a la biología y el medioambiente.

Objetivos generales

1) Síntesis y caracterización de nanopartículas metálicas y con estructuras core@shell conformadas por un núcleo metálico y un recubrimiento dieléctrico o con núcleo dieléctrico y recubrimiento metálico.

2) Estudio de las aplicaciones de las nanopartículas sintetizadas para efectos bactericidas, sensores de contaminantes orgánicos y catálisis.

El desarrollo de los objetivos generales contiene tareas que se enmarcan en un plan global de investigación con proyección a varios años.

1) Síntesis y caracterización

Se continuará con la fabricación de nanopartículas metálicas en solución por ablación con pulsos ultracortos intensos de luz (láser de femtosegundos de Ti:Za) utilizando metales nobles y de transición por su interés en la formación de compósitos. El proceso de ablación se llevará a cabo en distintos solventes orgánicos y en solución acuosa en presencia de diferentes agentes estabilizantes. Se realizará un estudio comparativo de los mismos [1-5]. También se explorará la ablación de muestras de aleaciones con el objeto de estudiar la fabricación de nanopartículas que permitan caracterizar la ubicación de la resonancia de plasmón para diversas aplicaciones. Se analizarán y parametrizarán los procesos involucrados en la fabricación de nanopartículas y su relación con variables del láser como longitud de onda, energía por pulso, etc.

A partir de la teoría de Mie [6] se reproducirán los espectros de extinción utilizando el radio de la partícula como parámetro de ajuste y se determinarán los radios medios de cada caso particular. Las muestras obtenidas se analizarán también por técnicas de microscopía electrónica, difracción de electrones y AFM.

Se proseguirá con la síntesis de nanopartículas de plata (AgNP) estabilizadas con almidón soluble y nativo [7], para la aplicación en tecnología de alimentos. Además se sintetizarán AgNP utilizando jugo de limón como agente reductor y estabilizante e incorporarlas a la matriz de almidón. Para la síntesis se utiliza jugo de limón centrifugado (10000 rpm durante 10 min a 0°C). La mezcla conteniendo AgNO₃ y jugo de limón se mantiene en agitación durante 120 min en un baño termostático a 55°C. Se realizará un estudio comparativo de la síntesis de AgNPs a partir de AgNO₃, utilizando como agentes reductores ácido cítrico comercial [7] y jugo de limón natural [7] en solución acuosa. Se evaluarán las condiciones óptimas de ensayo y la formación de nanopartículas mediante el seguimiento de los espectros de absorción obtenidos a distintos tiempos durante la síntesis. Éstas AgNP serán incorporadas a soluciones filmogénicas de almidón para el estudio de capacidad antimicrobiana.

Se continuará con la preparación de AgNP recubiertas con ácidos húmicos (AH) y se prepararán AgNP recubiertas con fúlvicos (AF) para esto se emplearán sustancias húmicas comerciales como ácido húmico de Aldrich, y extractos de AF obtenidos de vermicompost, entre otros. Las AgNP se sintetizarán por reducción de compuestos inorgánicos de estos metales en solución empleando agentes reductores como borhidruro de sodio, citrato de sodio, glucosa, ácido ascórbico. Con el fin obtener nanopartículas monodispersas se ha realizado la técnica descrita por Houshen Li et al. [8], la cual se utilizará para preparar AgNP con diversos estabilizantes.

Se sintetizarán diferentes compositos, como Ag/C y Ag/Fe, a los que posteriormente se les estudiará la actividad catalítica. Se fabricarán AgNP por ablación con pulsos ultracortos en DMSO, con el fin de obtener compositos Ag/C, ya que se ha observado que la ablación láser de un blanco de Ag en DMSO genera AgNP recubiertas de carbono amorfo. Los compositos de Ag/Fe se prepararán tanto por ablación láser como por un método químico. Para el primero se estudiarán diferentes estrategias para la síntesis de las partículas, preparando las AgNP y luego FeNP o viceversa. Para el segundo método se realizará siguiendo una modificación del método de coprecipitación publicado por Mohamed [9]. Brevemente, se calienta una mezcla de FeSO₄.7 H₂O y

polietilenglicol a 180°C por 30 minutos. El pH de la solución debe ser ajustado entre 10 y 11, luego se agrega AgNO₃, la temperatura se aumenta gradualmente hasta 300 °C, se mantiene a reflujo durante 3 horas. Las partículas se purifican mediante el uso de un imán, se secan en estufa a 60°C.

Las nanopartículas de SiO₂ recubiertas con metales se sintetizarán por dos vías alternativas. Previo al recubrimiento metálico se funcionalizarán las nanopartículas de sílice con APTES para que se adsorba sobre las nanopartículas quedando los grupos amino en la parte externa [16], también es posible realizar la modificación superficial con APTES colocado este reactivo en la mezcla de reacción de la síntesis de las partículas de SiO₂ [10]. Luego de aislar las partículas de los reactivos residuales se añadirá una dispersión coloidal de nanopartículas de plata u oro. El segundo proceso de fabricación de las esferas de sílice revestidas con plata incluye 3 pasos: adsorción de iones Sn²⁺ sobre la superficie de las nanopartículas de sílice seguida de la reducción de iones Ag⁺ con los iones Sn²⁺ superficiales para crear núcleos de Ag metálica que actúen como semilla de cristalización y finalmente la deposición de la capa de plata que se logra en presencia de AgNO₃ y formaldehído [11]. Las nanopartículas de SiO₂ se prepararán previamente por el método de Stöber [12].

Se continuará con la preparación de AgNP recubiertas con SiO₂. Las AgNP se sintetizan previamente, por ablación láser, hasta el momento se ha realizado en agua destilada y de citrato trisódico, se realizará en presencia de otros estabilizantes, o por reducción de una sal de plata. El recubrimiento se realiza mediante la técnica Stöber o una modificación de la misma utilizando dimetilamina [13].

Se prepararán estructuras multicapa del tipo Ag@SiO₂@Ag empleando el método de síntesis publicado [14]. Brevemente, el método ambientalmente benigno consiste en la irradiación láser de 355 nm de nanoesferas del tipo Ag@SiO₂ previamente preparadas por el método de Stöber para transformarlas en estructuras sándwich Ag@SiO₂@Ag.

Para la caracterización se utilizará extinción espectral en el rango óptico extendido, espectroscopía de partícula simple y espectroscopía de plasmones superficiales.

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 nanopartículas metálicas únicas.

La caracterización de nanopartículas será complementada con diversas técnicas experimentales, tales como TEM, AFM, FTIR, XPS, TGA, Raman y fluorescencia.

2) Aplicaciones

A) Actividad bactericida

Se proseguirá con el desarrollo de películas biodegradables a partir de almidón de maíz con y sin el agregado de AgNP con el fin de obtener envases con capacidad antimicrobiana aptos para alimentos.

Para la obtención de las películas se preparan suspensiones acuosas de almidón de maíz las que se gelatinizan, luego se incorporará glicerol como plastificante. Las AgNP preparadas previamente con jugo de limón, se agregaran a las suspensiones filmogénicas gelatinizadas, y posteriormente se realizará el agregado de glicerol. Las películas se obtienen por el método de moldeo [15-17].

Las películas obtenidas son caracterizadas evaluando sus propiedades fisicoquímicas, de barrera, mecánicas y ópticas así como también su microestructura. Para esto se utilizarán diversas técnicas como AFM, SEM, UV-visible y FTIR. Se determinará el espesor de las películas, por microscopía y mediante un medidor electrónico de espesores y la solubilidad en distintas condiciones. Se analizarán las propiedades ópticas midiendo el color superficial en un colorímetro. En cuanto a las

propiedades de barrera se evaluarán las permeabilidades de los envases a los gases y al vapor de agua.

La determinación de la capacidad antimicrobiana de las películas activas se llevará a cabo empleando el método de difusión en agar [18]. Para este estudio se utilizarán cepas aisladas de *S. aureus*, *Candida* spp., *Salmonella* spp. Y *Penicillium* spp. Discos de las películas desarrolladas se colocarán en cajas de Petri con PCA (Plate Count Agar) para el testeo de bacterias y con Agar Malta para hongos y levaduras. Se realizarán observaciones visuales y se medirán las zonas inhibitorias de las películas a diferentes tiempos de incubación. Estas experiencias se continúan realizando en colaboración con la Dra. Leda Giannuzzi.

Se continuará con la colaboración con la Dra. Natalia Bellotti de CIDEPINT, quien trabaja desarrollando pinturas antimicrobianas, que son una herramienta importante para prevenir la colonización biológica y prevenir la aparición de biodeterioro y problemas de salud. Para este trabajo se han preparado AgNP por ablación láser de pulsos ultracortos estabilizadas con citrato trisódico (estas nanopartículas están muy bien caracterizadas por trabajos anteriores de nuestro grupo) y con algunos de componentes utilizados en la formulación de las pinturas, como espesante celulósico y el tensioactivo tritón-X 100. Estas nuevas NP se encuentran en la etapa de caracterización, se han estudiado por espectroscopía de extinción óptica, observando el plasmón característico de las AgNP, se ha realizado la determinación de la cantidad de Ag presente en las suspensiones por ICP, se han realizado estudios de TEM para evaluar la forma y el tamaño de las mismas. Se ha comenzado con los estudios de incorporación de las diferentes AgNP en una pintura acrílica al agua. Estos ensayos se realizan con distintas concentraciones de nanopartículas para estudiar la eficiencia antimicrobiana de las mismas.

B) Sensores

Se prosigue con los estudios de evaluación de la capacidad de los nuevos materiales como sensores para detectar contaminantes orgánicos. Para esto se han utilizado AgNP estabilizadas con sustancias húmicas [19], se continuará con el estudio de su posible aplicación como sensores de contaminantes, realizando un seguimiento del pico del plasmón y un estudio del FWHM de las suspensiones de AgNP en función de la concentración de contaminante. Se ha realizado para algunos contaminantes orgánicos, se planea continuar con contaminantes emergentes presentes en el agua cabe destacar fármacos, compuestos perfluorados, productos de cuidado y de higiene personal, entre otros. El estudio del desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para su eliminación es crucial dado que el impacto ambiental de estos residuos no es despreciable. Los contaminantes a emplear serán contaminantes emergentes como carbamazepina, ibuprofeno, cafeína, entre otros.

Además se propone investigar el efecto de la presencia de contaminantes orgánicos sobre la fluorescencia de las sustancias húmicas ligadas a las AgNP. Los datos serán analizados en forma similar a la propuesta en el trabajo de Pallem [20] y también se realizarán estudios resueltos en el tiempo. Los ensayos resueltos en el tiempo demuestran que los decaimientos de fluorescencia de las sustancias húmicas en solución son multi-exponenciales [21]. La determinación de tiempos de vida de fluorescencia en suspensiones coloidales de nanopartículas de Ag permitirá analizar la variación de cada una de las componentes respecto de los valores obtenidos en soluciones de los ácidos húmicos. Se espera que la fluorescencia se vea afectada en ausencia y en presencia de contaminantes.

C) Catalizadores

Se evaluarán las propiedades catalíticas de las estructuras sándwich del tipo Ag@SiO₂@Ag sintetizadas previamente en la degradación de los colorantes orgánicos.

Estos materiales han sido empleados como fotocatalizadores para la degradación de Rodamina B, pero el mecanismo de acción fotocatalítica no se conoce. Por esa razón se propone la determinación de rendimientos cuánticos de producción especies reactivas

de oxígeno (oxígeno singlete, radical hidroxilo, radical anión superóxido y peróxido de hidrógeno) mediante diversos métodos [22]. Se espera que los resultados sirvan para poder evaluar con buen criterio la conveniencia del empleo de estos catalizadores para la degradación de determinados contaminantes.

Se estudiará la aplicación de composites de Ag/C y Ag/Fe como potenciales catalizadores, para esto se utilizará la reacción de reducción de 4-nitrofenol con NaBH₄, que sólo es factible en presencia de un catalizador. El seguimiento de la reacción se realiza por espectroscopía UV-Vis [23-24].

Referencias

- [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] Santillán, Jesica M. J. y col. 99° Reunión Nacional de Física AFA (Tandil, 2014).
- [4] Muñetón Arboleda, D. y col. TOPFOT 2014 (Campana, Buenos Aires, 2014).
- [5] Vasilev, K. et al.. *Nanotechnology* 2010, 21, 215102.
- [6] G.Mie, *Ann.Phys (Leipzig)* 25, 377 (1908)
- [7] T.C. Prathnaa, N. Chandrasekarana, A. M. Raichurb, A. Mukherjee *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 82 (2011) 152–159.
- [8] Houshen Li et al. *Langmuir* 2014, 30, 2498–2504.
- [9] Mohamed Abbas (2014)
- [10] A. Rahman et al.. *Naturwissenschaften*, 2009, 96, 31-38.
- [11] M. Zhu, G. Qian, Z. Hong, Z. Wang, X. Fan, M. Wang, *J. Phys. Chem. Sol.* 2005, 66, 748–752.
- [12] W. Stöber, A. Fink, E. Bohn, *J. Colloid Interf. Sci.* 26 (1968), 62.
- [13] Niitsoo, O.; Couzis, A., 2011, *Journal of Colloid and Interface Science*, 354, 887–890.
- [14] J. Lee and D.-J. Jang, *RSC Adv.*, 2015, 5, 64268-64273
- [15] García, M.A.; Martino, M.N. y Zaritzky, N.E. (1998). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3758–3767.
- [16] Liu, Z. y Han, J.H. (2005). *Journal of Food Science*, 70(1), 31–36.
- [17] García, M.A., Martino, M.N. y Zaritzky, N.E. (2000)., *Starch/Stärke*, 52(4), 118-124.
- [18] Pranoto, Y., Rakshit, S.K. y Salokhe, V.M. *LWT – Food Science and Technology*, 2005, 38, 859-865.
- [19] S.T. Dubas, V. Pimpan / *Materials Letters* 62 (2008) 2661–2663
- [20] V.L. Pallem, H.A. Stretz, and M.J.M. Wells, 2009, *Environ. Sci. Technol.*, 43, 7531-7535.
- [21] C.D. Clark et al. 2002, *Marine Chemistry*, 78, 121-135.
- [22] L. Carlos et al. *Separation and Purification Technology* 2012, 91, 23–29.
- [23] Shaochun Tang, Sascha Vongehr, and Xiangkang Meng. 2010, *J. Phys. Chem. C*, 114, 977–982.
- [24] Kuan Soo Shina, Young Kwan Cho, Jeong-Yong Choi, Kwan Kim. 2012, *Applied Catalysis A: General* 413– 414, 170– 175.

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:
 - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).

- b. 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".
- c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.

B. Envío por correo electrónico:

- a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
- b. 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:

- a. 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.