

Sistemas productivos

Silvina Drago
Miguel Ángel Pilatti
(Editores)



COLECCIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DEL LITORAL**

Rector **Enrique Mammarella**

Secretario de Planeamiento Institucional y Académico **Miguel Irigoyen**

Secretaria de Ciencia, Arte y Tecnología **Ana María Canal**

.....
Sistemas productivos /
Silvina R. Drago ... [et al.] ; coordinación
general de Verónica Reus ... [et al.] ;
dirigido por Ana María Canal ; editado
por Silvina R. Drago ; Miguel A. Pilatti ;
prólogo de Enrique J. Mammarella. -
1a ed. - Santa Fe : Ediciones UNL, 2021.
Libro digital, PDF - (Ciencia y Tecnología)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-749-285-9

1. Desarrollo Humano. 2. Producción.
3. Políticas Públicas. I. Drago, Silvina R., ed.
II. Reus, Verónica, coord. III. Canal, Ana María,
dir. IV. Pilatti, Miguel A., ed. V. Mammarella,
Enrique J., prolog.
CDD 338.02
.....

Dirección
Ana María Canal
Coordinación general
Verónica Reus
Eduardo Picco
Priscila Fernández
Carolina Revuelta

Consejo Asesor
Colección Ciencia y Tecnología
Graciela Barranco
Ana María Canal
Miguel Irigoyen
Gustavo Ribero
Luis Quevedo
Ivana Tosti
Alejandro R. Trombert

Dirección Ediciones UNL
Ivana Tosti
Coordinación editorial
María Alejandra Sedrán
Coordinación diseño
Alina Hill
Diagramación de interior y tapa
Verónica Rainaud

© pologuista, Enrique J. Mammarella, 2021.

—
editorial@unl.edu.ar
www.unl.edu.ar/editorial



Escriben

Adam, Claudia
Alberdi, Ramiro
Altamirano, Gabriela
Álvarez, Camilo
Amavet, Patricia
Argarañá, María Fernanda
Arzamendia, Vanesa
Attademo, Andres Maximiliano
Banús, Ezequiel D.
Barrilis, Natalia
Beccaria, Alejandro J.
Beldoménico, Horacio R.
Bellini, Gisela
Berros, María Valeria
Bertero, Melisa
Bracalenti, Agostina
Brandi, Rodolfo
Bravo, María Virginia
Brogioni, Marco
Brusa, Lucila
Bussato, Carlos A.
Cabello, Julieta V.
Cacik, Pablo
Cafaro, Diego C.
Capello, Romina
Carlos Martín
Chemes Silvina
Contini, Guillermo
Cornaglia Laura
Cossy, Edgar
Cristiani, Mariana
D´Elia, Mónica
Dalla Costa, Bruno O.
Dalmazzo Milagros
Demonte, Luisina D.
Estenoz, Diana A.
Fabiano, Silvia N.
Faroldi, Betina
Fernandez, María Pía
Fiorenza Biancucci, Gabriela
Flores, Marina
Gagnetten, Ana María
Galoppo, Germán H.
Ghiberto, Pablo
Giraud Alejandro Raúl
Gomez, Ayelén
Graciani, Silvio
Guerrero, Sergio A.
Gugliotta, Luis.M.
Hämmerly, Rosana
Héctor S. Odetti
Henning, Gabriela
Hernández, Silvia R.
Húmpola, Pablo D.
Iglesias, Alberto A.
Imhof, Alba
Imhoff, Silvia
Ingaramo, Paola Inés
Kass, Laura
Kergaravat, Silvina V.
Kröhling, Daniela M.
Labas, Marisol
Lajmanovich, Rafael C.
Larriera, Alejandro
Latorre Rapela, María Gabriela
Lazzarino, Gisela Paola
Leva, Perla E.
López Javier Alejandro
López, Emiliano
Lorenzón, Rodrigo Ezequiel
Lovino, Miguel A.
Luque, Enrique Hugo
Maggioni, Darío A.

Manuale Debora
Marchese, Mercedes
Marchesini, Albana
Márquez, Vanina
Michlig, Melina P.
Michlig, Nicolás
Mihura, Enrique R.
Milt, Viviana G.
Minari, Roque J.
Miró, Eduardo E.
Modini, Laura
Morero, Betzabet
Müller, Gabriela V.
Müller, Omar
Múnera, John
Muñoz De Toro, Mónica
Olmos, Graciela
Paoli, Carlos G.
Paredes, Ma. Victoria
Paris, Marta
Passalía, Claudio
Pedraza, Raúl A.
Peltzer, Paola M.
Pensiero, José Francisco
Pereira, Soledad
Pérez, Marcela
Plano, María Fernanda
Polla, Wanda
Prodolliet, Jorge
Querini, Carlos A.
Ramonell, Carlos G.
Ramos, Jorge Guillermo
Recce, Carlos
Regaldo, Luciana
Repetti, María R.
Rodríguez, Horacio

Rodriguez, Leticia
Rossetti, María Florencia
Rossi, Liliana
Rueda, Eva
Salto, César
Scarabotti, Pablo
Schimdt, Erica
Schlotthauer, Jonatan
Scioli, Carlos C.
Sedrán, Ulises
Serra, Pablo
Sgroi, Leandro
Sigrist, Mirna
Simoniello, María Fernanda
Stoker, Cora
Strasser, Ruth
Studdert, Claudia
Taleb, Claudia
Tarditi, Ana
Tavaliere, Yamil E.
Teitelman, Sebastián
Thalmeier, Belén
Toffoli, Guillermo D.
Torresi, Pablo
Traba, Luis
Vaccari, María Celia
Veizaga, Emiliano
Venencio, María del Valle
Venturini, Virginia
Vera, Mariana
Vionnet, Carlos
Walker, Elisabet
Yori, Juan Carlos
Zalazar, Cristina
Zerbatto, Mariel
Zucarelli, Viviana

Índice

Prólogo

Enrique Mammarella / 9

CAPÍTULO 1. Energías renovables-biorrefinerías / 11

Introducción / **11**

Herramientas biológicas y moleculares para estrategias de biorrefinerías / **14**

Investigación y desarrollo de procesos de producción de biodiesel
y aprovechamiento de subproductos del proceso / **24**

Generación de productos sustitutos de hidrocarburos
a partir de biomasa lignocelulósica residual / **28**

Hidrógeno como vector de energía. Producción
a partir de materias primas renovables de la región / **31**

Referencias bibliográficas / **35**

CAPÍTULO 2. Procesos y productos sustentables / 40

Introducción / **40**

Híbridos látex-proteínas / **43**

Síntesis e inmovilización de nanopartículas metálicas en hidrogel/aerogel
de celulosa para aplicaciones catalíticas y biocidas / **48**

Empleo de biomateriales fibrosos de la región para el desarrollo de estructuras
catalíticas aplicables al tratamiento de efluentes gaseosos industriales / **51**

Síntesis de nuevos materiales iónicos sobre la base estructural de líquidos
ionios. Correlación entre la estructura de estos materiales, sus propiedades
físicoquímicas y las tareas específicas para lo que fueron diseñados / **55**

Desarrollo de materiales poliméricos y tecnologías sustentables basados
en el uso de fuentes renovables regionales / **59**

Referencias bibliográficas / **64**

CAPÍTULO 3. Gestión del riesgo / 68

Introducción / **68**

¿Compartimos la vida con los plaguicidas? / **71**

¿Se puede disminuir el riesgo de exposición dietaria a plaguicidas? / **74**

Arsénico y selenio en alimentos y aguas de la provincia de Santa Fe / **76**

Desarrollo de metodologías electrobioanalíticas para la determinación
de contaminantes ambientales / **79**

Contaminantes emergentes: métodos de *screening* para su detección y monitoreo / **81**

Control de la contaminación química y biológica del aire en ambientes confinados / **84**

Elaboración de un índice de sostenibilidad (indicadores ecológicos, económicos y sociales) de sistemas acuáticos de la provincia de Santa Fe / **86**

El paisaje de la región centro–norte de la provincia de Santa Fe, su respuesta frente a cambios climáticos ocurridos durante el último periodo geológico / **94**

Tipología de cauces secundarios del río Paraná en Santa Fe / **97**

Probabilidad de la saturación del perfil del suelo en función del concepto de áreas fuentes variables en zonas de llanura / **101**

Las de áreas de dominio fluvial como definición alternativa de líneas de ribera en ríos y arroyos de la provincia de Santa Fe / **104**

Gobernanza del agua: teoría y práctica de la gestión integrada de cuencas. La nueva ley de aguas / **111**

Fortalecimiento institucional del sector de agua y saneamiento en la provincia de Santa Fe, Observatorio de Servicios Sanitarios (OSS)–UNL / **113**

Referencias bibliográficas / **116**

CAPÍTULO 4. El agua como recurso. Disponibilidad y monitoreo / 126

Introducción / **126**

Variabilidad y cambio climático en la provincia de Santa Fe: observaciones y proyecciones futuras / **130**

Identificación de eventos extremos y su incidencia en subsistemas acoplados zona no saturada–acuífero libre mediante la construcción de índices estandarizados / **133**

Efectos de la expansión de cultivos sobre la regulación hídrica y climática en Argentina / **136**

Desarrollo metodológico para el modelado y monitoreo de la evapotranspiración utilizando diferentes fuentes de datos / **139**

Desarrollo de un algoritmo para determinar el contenido de humedad del suelo desde imágenes SAR / **142**

Un datalogger energéticamente eficiente basado en código y hardware abiertos, su uso en una WSN para detectar parámetros ambientales / **146**

La cuenca interprovincial de los Bajos Submeridionales y su funcionamiento hidroambiental, base para la gestión sustentable / **148**

El agua subterránea como condicionante para el desarrollo sostenible de áreas rurales en el centro de la provincia de Santa Fe / **153**

El agua subterránea como condicionante para el desarrollo sostenible de áreas urbanas de la provincia de Santa Fe / **155**

Procesos naturales de transformación de la calidad de agua freática en humedales ribereños / **158**

Balance hídrico superficial como herramienta de gestión / **161**
Referencias bibliográficas / **166**

CAPÍTULO 5. Efectos del ambiente sobre la salud humana y animal / 173

Introducción / **173**
Contaminantes ambientales en la provincia de Santa Fe y salud humana / **176**
Efecto del glifosato y sus formulados comerciales sobre el desarrollo de órganos reproductores y la fertilidad / **181**
Impactos de la agroindustria sobre la salud ambiental de los anfibios del Centro-Este de Argentina en el contexto del desarrollo sustentable / **184**
Estrógenos ambientales y desarrollo y diferenciación mamaria / **188**
Contaminantes Ambientales Hormonalmente Activos. Efectos en el Sistema Reprodutor del Yacaré Overo (*Caiman latirostris*) / **191**
Efectos del ambiente sobre la salud humana y animal / **196**
Efectos del ambiente físico sobre la producción animal / **199**
Derecho Ambiental en la provincia de Santa Fe / **203**
Referencias bibliográficas / **209**

CAPÍTULO 6. Biodiversidad y desarrollo sustentable / 221

Biodiversidad: Concepto, funciones, importancia y amenazas / **221**
Diversidad de zooplancton y su valor como bioindicador / **234**
Peces: diversidad e interacciones / **239**
Diversidad de anfibios / **245**
Diversidad de reptiles, aves y mamíferos / **251**
Gestión de áreas naturales en el centro norte de la provincia de Santa Fe / **256**
Recomendaciones / **261**
Referencias bibliográficas / **263**
Anexo / **275**
Autoras y autores de este capítulo / **276**

CAPÍTULO 7. Ciclo de vida de productos: tecnología para la gestión y el reciclado de diversos residuos / 278

Introducción / **278**
Valorización de residuos agroindustriales para la obtención de productos sustentables / **280**
Tratamiento de residuos pecuarios y residuos sólidos urbanos en el centro-norte de la provincia de Santa Fe / **289**
Gestión integral de envases de agroquímicos / **294**
Tratamiento de efluentes líquidos en áreas urbanas.
Uso de microorganismos de interés biotecnológico / **300**
Referencias bibliográficas / **310**

Híbridos látex–proteínas

*Roque J. Minari*² y *Luis.M. Gugliotta*³

En los últimos años, existe un creciente interés en la búsqueda de nuevos materiales y nuevos procesos que contribuyan al cuidado del medioambiente y al desarrollo sustentable. Particularmente, la industria de polímeros ha realizado importantes esfuerzos para desarrollar procesos amigables con el medio ambiente, que eviten la emisión de compuestos orgánicos volátiles (VOC), y/o sustituyan total o parcialmente los monómeros derivados del petróleo por materias primas renovables. En este sentido, las proteínas de origen natural, un recurso altamente disponible de la actividad agroindustrial de la provincia de Santa Fe, tienen un gran potencial para la sustitución de los productos petroquímicos utilizados en la actualidad, puesto que a partir de dichos recursos se pueden obtener monómeros y polímeros de gran importancia tecnológica (Huber et ál., 2006). Particularmente, existe un elevado interés por la producción de látex híbridos que contengan proteínas, debido a que con esta estrategia se pueden diseñar productos que combinen la adaptabilidad de los polímeros sintéticos, con la estructura y funcionalidad de los biopolímeros. La sinergia entre los materiales naturales y sintéticos sólo se alcanza mediante una adecuada compatibilización de las partículas híbridas (que forman parte de los látex en medio acuoso), que está determinada principalmente por la microestructura molecular de sus componentes y por la nanomorfología de tales partículas, obteniéndose propiedades superiores a las obtenidas a través del empleo de látex de polímeros sintéticos, o por simple mezcla de estos últimos con los materiales naturales. Además, esta estrategia de producción de materiales híbridos permite reemplazar, en parte, la composición de monómeros de origen petroquímico, por un material proveniente de una fuente renovable y de elevada biodegradabilidad, reduciendo su impacto ambiental e incrementando la sustentabilidad del proceso y del producto, ambos en base acuosa y con bajo contenido de VOC. Si bien muchas proteínas naturales aún continúan empleándose en algunos adhesivos y en la formulación de recubrimientos en muy baja concentración, la producción de nuevos látex nanoestructurados con propiedades y prestaciones mejoradas permite la eficiente incorporación de este recurso renovable en una segunda cadena de valor.

2 Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Tecnología para la Industria Química (INTEC), (UNL–CONICET)

3 Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Tecnología para la Industria Química (INTEC), (UNL–CONICET)

Diagnóstico, recursos y oportunidades de la región

La provincia de Santa Fe tiene una gran actividad agroindustrial, es la mayor productora de aceites vegetales con uno de los polos oleoquímicos más importantes del mundo, forma parte de la mayor cuenca lechera global, su producción aviar está en permanente crecimiento, es la principal productora de biodiesel del país y posee una de las más importantes producciones de bioetanol. Buena parte de las actividades antedichas están relacionadas a procesos productivos que involucran en particular a la región centro-norte de la provincia, donde se generan algunos subproductos que pueden utilizarse en segundas o terceras cadenas de valor. Por citar sólo dos ejemplos, puede considerarse la producción de caña de azúcar y de maíz. Ambos cultivos posibilitan la producción de bioetanol, generándose residuos como el bagazo de la caña que contiene ligninas, que pueden emplearse en el desarrollo de otros productos poliméricos como son las resinas del formaldehído para mejorar sus propiedades; y residuos de maíz ricos en su proteína, la zeína. Además, de la producción láctea se destaca la disponibilidad de caseína bovina, un material con muy buena biocompatibilidad y biodegradabilidad, fácilmente disponible en grado industrial en alta pureza y bajo costo. Otras proteínas con alta disponibilidad industrial en la región son los derivados hidrolizados del colágeno (gelatinas e hidrolizados) los cuales tienen potencialidad para su incorporación en una posterior cadena de valor, para la producción de nuevos materiales con alto desempeño y mayor biodegradabilidad.

Procesos sustentables: polimerizaciones con menor impacto ambiental

Diversas rutas de síntesis permiten la conjugación de una proteína con un polímero sintético, pero no todas permiten la formación de partículas híbridas dispersas en agua. En el Grupo de Polímeros y Reactores de Polimerización del INTEC, se ha contribuido con el desarrollo de la producción de látex híbridos a base de proteínas naturales con una importante sustitución de monómeros provenientes de fuentes petroquímicas. Los principales avances logrados se relacionan con el diseño de un proceso escalable mediante polimerización en emulsión para la producción de nanopartículas híbridas dispersas en agua (látex) a base de diferentes proteínas nativas de origen natural (es decir sin ningún tipo de modificación); o químicamente modificadas para controlar su compatibilidad con el polímero sintético acrílico (Picchio et ál., 2015). La principal ventaja de la polimerización en emulsión se debe a que el empleo de agua abarata el proceso, y reduce la contaminación ambiental y la

toxicidad del producto, con respecto al que se obtendría bajo procesos en solución de solventes orgánicos. Además, mediante la polimerización en emulsión se pueden sintetizar materiales poliméricos con altos contenidos de sólidos y mínimo contenido de VOC, lo que los hace industrialmente atractivos y de bajo impacto ambiental. Así, por ejemplo, se producen cauchos sintéticos, plásticos, pinturas, adhesivos, aditivos para papel y textiles, materiales de construcción, y modificadores de impacto. Es por ello que el empleo de la polimerización en emulsión en reactores convencionales, permite producir materiales híbridos polímero sintético/proteína, pudiendo llevarse a cabo su producción industrial sin cambios tecnológicos significativos.

Productos sustentables: recubrimientos, adhesivos, películas y nanopartículas de base proteica

El empleo de proteínas de origen natural para la obtención de látex híbridos se exploró con el propósito de obtener materiales formadores de película que puedan ser principalmente empleados para la formulación de recubrimientos, adhesivos y material de empaque (*packaging*). Se destaca el caso del uso de caseína, donde se investigó la producción de látex con caseína nativa y modificada químicamente (Picchio, 2016a). A pesar de que la caseína es un material duro y quebradizo, con una elevada temperatura de transición vítrea, los látex híbridos son capaces de formar películas flexibles a temperatura ambiente. La Figura 2.1.1 muestra tres películas con contenidos de caseína variables (6, 12 y 25 %). Esta tecnología fue ensayada con éxito para su aplicación como recubrimiento industrial de bajo impacto ambiental, adhesivo para etiquetado, *packaging* y recubrimiento entérico sensible al pH (Picchio et ál., 2016a-b, 2018a-b). Se destaca que se investigó la factibilidad industrial de la producción de estos materiales para recubrimientos industriales en colaboración con una empresa mundial líder en recubrimientos (Allnex, de los Países Bajos), siendo el principal resultado el bajo requerimiento de agentes de formulación que estos látex presentan (Picchio et ál., 2016b). En efecto, el poder plastificante que presenta el agua sobre la caseína durante el secado, favorece el proceso de formación de película, resultando productos con mínimo contenido de agentes de formulación (y por ende reducido VOC). Debido a que la caseína presenta alta susceptibilidad al agua, se ha investigado la incorporación de zeína (proteína hidrofóbica) a los látex a base de caseína con el propósito de mejorar su resistencia al agua y a solventes hidrofílicos (Allasia et ál., 2019).



Figura 2.1.1. Fotografías de las películas híbridas con diferentes concentraciones de caseína

Empleando la misma estrategia de producción, se sintetizaron látex híbridos acrílicos con incorporación de proteínas de colágeno hidrolizado, para su potencial aplicación en bioadhesivos. Se destaca que fue posible controlar la composición del nanocompuesto, con el propósito de obtener películas con propiedades adhesivas regulables mediante su contenido de humedad. El control de la adhesividad en bioadhesivos a través de estímulos es una propiedad deseable para materiales de aplicación en el área de la salud humana y veterinaria.

Los biomateriales de nuestro interés poseen una excelente biodegradabilidad, ya que tienden a hidrolizarse y degradarse fácilmente bajo la acción de microorganismos. En cambio, los polímeros sintéticos presentan una muy baja velocidad de degradación, lo cual es un gran inconveniente desde el punto de vista medioambiental. Por lo tanto, la incorporación de proteínas de origen natural mejora la biodegradabilidad de los materiales híbridos respecto de los sintéticos, la que se ve incrementada con el contenido de biomaterial, tal como lo muestra la fotografía de la Figura 2.1.2 después de 14 días de biodegradación en condiciones de compostaje.



Figura 2.1.2. Imagen de películas degradadas luego de 14 días de enterramiento en suelo (los números contiguos a la letra C indican el contenido de caseína de cada uno de los films analizados)

Actualmente, también se está investigando la utilización de proteínas naturales (principalmente derivados de colágeno hidrolizado) para la formulación de un material híbrido que permite el recubrimiento y aglomeración de semillas. Esta investigación involucra el desarrollo de una tecnología capaz de restablecer los pastizales naturales de explotación ganadera, mediante su utilización en endozoocoria, donde el recubrimiento protege a las semillas de la digestión ruminal y ácida, cuando se los incorpora en la alimentación vacuna, permitiendo que las semillas lleguen viables al lugar de siembra a través de las heces en predios donde la siembra convencional se ve dificultada.

Finalmente, el empleo de proteínas naturales también abre la oportunidad para el desarrollo de materiales con funciones y propiedades muy específicas, como es el caso de la producción de nanomicelas de caseína para el transporte y liberación de fármacos (Picchio et ál., 2018c). En este caso, las nanomicelas obtenidas por autoensamblaje y entrecruzamiento químico presentan estabilidad y capacidad para responder frente al pH del medio y a la presencia de enzimas. Esta plataforma de liberación controlada, presenta un alto potencial para el desarrollo de formulaciones para el tratamiento y diagnóstico de tumores cancerígenos.

Discusión final y conclusiones

Las proteínas de origen natural y de elevada disponibilidad regional a escala industrial, son un recurso renovable que brinda la posibilidad de producir látex híbridos con propiedades excepcionales derivadas de la sinergia entre el biomaterial y el polímero sintético. Este desarrollo representa un salto de sustentabilidad y de reducción del impacto ambiental para la industria de los materiales poliméricos. Además, involucra un proceso y un producto (látex) amigable con el medio ambiente por ser a base agua y con altos contenidos de sólidos, reduciendo notablemente la emisión de compuestos orgánicos volátiles cuando se los compara con sus homólogos a base solvente. Por otro lado, la incorporación de una proteína de origen natural y de producción regional, mejora la biodegradabilidad del producto final y reduce el contenido de monómeros acrílicos derivados del petróleo. En lo que refiere a la aplicación de estos materiales, se ha explorado su implementación como látex formadores de películas en recubrimientos, adhesivos y *packaging*. Además, se ha avanzado en la producción de novedosos nanovehículos a base de proteínas, con excelentes propiedades para su potencial aplicación en la formulación de fármacos para el tratamiento y diagnóstico de enfermedades oncológicas.

Por todo lo antes mencionado, se considera que la nueva tecnología desarrollada es factible de ser escalada a nivel industrial tendiente a la producción de nuevos materiales para diversas aplicaciones (por ejemplo, pinturas especiales para amoblamientos, adhesivos para el etiquetado de envases, películas para el embalaje de productos alimenticios), significando un valioso aporte a la sustentabilidad industrial, al evitar el uso de solventes contaminantes y permitir incorporar subproductos de la actividad agrícola y ganadera en segundas cadenas de valor; y dando lugar a materiales parcialmente biodegradables con propiedades mejoradas respecto de los que actualmente se utilizan en el mercado.

Síntesis e inmovilización de nanopartículas metálicas en hidrogel/aerogel de celulosa para aplicaciones catalíticas y biocidas

Albana Marchesini,⁴ Claudia Taleb⁵ y Graciela Olmos⁶

La problemática de la contaminación del agua no es nueva ni poco frecuente en nuestra provincia. Los inconvenientes a enfrentar van desde la contaminación de fuentes de agua subterránea y superficial con arsénico, cromo, nitratos y nitritos, así como también diversos productos orgánicos resultantes de la disposición sin tratamientos de aguas negras industriales y domiciliarias.

Una gran variedad de procedimientos ha tratado de mitigar estos tipos de contaminación, en las que se propone el empleo de un catalizador soportado en un material estructurado (óxidos metálicos, por ejemplo) depositando mediante el uso de diferentes tecnologías los sitios activos catalíticos. En el marco de esta línea de investigación, se emplean técnicas oxidativas y reductivas avanzadas para eliminar estos contaminantes utilizando catálisis heterogénea. Por otro lado, este proceso tiene un aporte de auto sustentabilidad al poder emplear como soporte material celulósico (Olmos, 2016), disuelto y regenerado para formar el soporte sólido y estructurado del catalizador, así como también el uso de sitios activos nano-particulados sintetizados empleando protocolos verdes.

La síntesis de materiales es un campo en constante actualización y crecimiento tendiente a lograr protocolos que se ajusten a los principios de la «Química verde», esto es, alcanzar opciones económicas que no perjudiquen el ambiente. La necesidad de abordar nuevas tecnologías para la mitigación

4 Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Investigaciones de Catálisis y Petroquímica «Ing. José Miguel Parera» (INCAPE), (UNL-CONICET)

5 Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Tecnología Celulósica (ITC), UNL (UNL-CONICET)

6 Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Tecnología Celulósica (ITC), UNL