



Desarrollo sostenible

en el centro norte
de la provincia de Santa Fe

3. Ambiente



Ana María Canal
directora

Horacio Rodríguez · Leticia Rodríguez
editores del volumen

ediciones **UNL**



Desarrollo sostenible

en el centro norte
de la provincia de Santa Fe

3. Ambiente

Ana María Canal
directora

Horacio Rodríguez
Leticia Rodríguez
editores del volumen

ediciones UNL

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL**

Rector
Enrique Mammarella
Secretario de Planeamiento
Institucional y Académico
Miguel Irigoyen



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

Dirección editorial
Ivana Tosti
Coordinación editorial
María Alejandra Sedrán
Coordinación diseño
Alina Hill
Coordinación comercial
José Díaz

Diagramación interior y tapa
Verónica Rainaudó

© Ediciones UNL, 2021.

—
Sugerencias y comentarios
editorial@unl.edu.ar
www.unl.edu.ar/editorial

Ambiente /
Leticia Rodríguez ... [et al.]; coordinación
general de Verónica Reus ... [et al.];
dirigido por Ana María Canal; editado
por Horacio Rodríguez; Leticia Rodríguez;
prólogo de Enrique J. Mammarella.
– 1a ed.– Santa Fe : Ediciones UNL, 2021.
Libro digital, PDF – (Ciencia y Tecnología)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN OC 978–987–749–281–1
ISBN Vol 3 978–987–749–286–6

1. Producción. 2. Desarrollo Humano.
3. Energía Renovable. I. Rodríguez, Leticia,
ed. II. Reus, Verónica, coord. III. Canal,
Ana María, dir. IV. Rodríguez, Horacio, ed.
V. Mammarella, Enrique J., prolog.
CDD 338.01

© del prologuista,
Enrique J. Mammarella, 2021.

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

Ilustración de tapa
Beatriz Martín, patrimonio MAC-UNL
Adaptación de ilustración
Dpi Santa Fe



Autoras y autores de este volumen

Adam, Claudia
Alberdi, Ramiro
Altamirano, Gabriela A.
Álvarez León, Camilo A.
Amavet, Patricia S.
Argaraña, 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, María Agostina
Brandi, Rodolfo
Bravo, María Virginia
Brogioni, Marco
Brusa, Lucila
Bussato, Carlos A.
Cabello, Julieta V.
Cacik, Pablo
Cafaro, Diego C.
Capello, Romina
Chemes, Silvina
Contini, Guillermo
Cornaglia, Laura
Cossy, Edgar
Cristiani, Mariana
D'Elia, Mónica
Dalla Costa, Bruno O.
Dalmazzo, Milagros
Demonte, Luisina D.
Devard, Alejandra
Estenoz, Diana A.
Fabiano, Silvia N.
Faroldi, Betina
Fernandez, María Pía
Fiorenza Biancucci, Gabriela
Flores, Marina
Gagneten, Ana María
Galoppo, Germán H.
Ghiberto, Pablo
Giraudó Alejandro Raúl
Gomez, Ayelén L.
Graciani, Silvio
Guerrero, Sergio A.
Gugliotta, Luis M.
Gutiérrez, Laura B.
Hämmerly, Rosana
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, Débora

Marchese, Mercedes
Marchesini, Albana
Márquez, Vanina
Martín, Carlos
Michlig, Melina P
Michlig, Nicolás
Mihura, Enrique R.
Milt, Viviana G.
Minari, Roque J.
Miró, Eduardo E.
Modini, Laura
Moreno, Betzabet
Müller, Gabriela V.
Müller, Omar V.
Múnera, John
Muñoz de Toro, Mónica
Odetti, Héctor S.
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
Prodoliet, Jorge
Querini, Carlos A.
Ramonell, Carlos G.
Ramos, Jorge Guillermo
Recce, Carlos
Regaldo, Luciana
Repetti, María R.
Rodríguez, Horacio

Rodríguez, Leticia
Rossetti, María Florencia
Rossi, Liliana
Rueda, Eva C.
Salto, César
Scarabotti, Pablo
Schimdt, Erica
Schlotthauer, Jonatan
Scioli, Carlos C.
Sedran, Ulises
Serra, Pablo
Sgroi, Leandro C.
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 A.
Venencio, María del Valle
Venturini, Virginia
Vera, Mariana
Vionnet, Carlos
Walker, Elisabet
Yori, Juan Carlos
Zalazar, Cristina
Zerbatto, Mariel G.
Zucarelli, Viviana

Este libro fue posible gracias al aporte del Programa de Fortalecimiento 2018 de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación.

Índice

Prólogo

Enrique Mammarella / **12**

Introducción / 12

Referencias bibliográficas de la introducción / **14**

CAPÍTULO 1. Energías renovables–biorrefinerías / 15

Introducción / **15**

Herramientas biológicas y moleculares para estrategias de biorrefinerías / **18**

Investigación y desarrollo de procesos de producción de biodiésel

y aprovechamiento de subproductos del proceso / **28**

Generación de productos sustitutos de hidrocarburos

a partir de biomasa lignocelulósica residual / **32**

Hidrógeno como vector de energía. Producción

a partir de materias primas renovables de la región / **35**

Referencias bibliográficas del capítulo 1 / **38**

CAPÍTULO 2. Procesos y productos sustentables / 42

Introducción / **42**

Híbridos látex–proteínas / **45**

Síntesis e inmovilización de nanopartículas metálicas en hidrogel/aerogel

de celulosa para aplicaciones catalíticas y biocidas / **50**

Empleo de biomateriales fibrosos de la región para el desarrollo de estructuras

catalíticas aplicables al tratamiento de efluentes gaseosos industriales / **53**

Síntesis de nuevos materiales iónicos sobre la base estructural de líquidos

ionios. Correlación entre la estructura de estos materiales, sus propiedades

fisicoquímicas y las tareas específicas para los que fueron diseñados / **57**

Desarrollo de materiales poliméricos y tecnologías sustentables basados

en el uso de fuentes renovables regionales / **61**

Referencias bibliográficas del capítulo 2 / **66**

CAPÍTULO 3. Gestión del riesgo / 70

Introducción / **70**

Riesgo químico / **70**

Riesgo hídrico / **93**

Referencias bibliográficas del capítulo 3 / **119**

CAPÍTULO 4. El agua como recurso. Disponibilidad y monitoreo / 128

Introducción / **128**

Variabilidad y cambio climático en la provincia de Santa Fe:

observaciones y proyecciones futuras / **132**

Identificación de eventos extremos y su incidencia en subsistemas acoplados zona no saturada–acuifero libre mediante la construcción de índices estandarizados / **135**

Efectos de la expansión de cultivos sobre la regulación hídrica y climática en Argentina / **138**

Desarrollo metodológico para el modelado y monitoreo de la evapotranspiración utilizando diferentes fuentes de datos / **141**

Desarrollo de un algoritmo para determinar el contenido de humedad del suelo desde imágenes SAR / **144**

Un datalogger energéticamente eficiente basado en código y hardware abiertos, su uso en una WSN para detectar parámetros ambientales / **148**

La cuenca interprovincial de los Bajos Submeridionales y su funcionamiento hidroambiental, base para la gestión sustentable / **150**

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

El agua subterránea como condicionante para el desarrollo sostenible de áreas urbanas de la provincia de Santa Fe / **157**

Procesos naturales de transformación de la calidad de agua freática en humedales ribereños / **160**

Balance hídrico superficial como herramienta de gestión / **163**

Referencias bibliográficas del capítulo 4 / **169**

CAPÍTULO 5. Efectos del ambiente sobre la salud humana y animal / 175

Introducción / **175**

Contaminantes ambientales en la provincia de Santa Fe y salud humana / **178**

Efecto del glifosato y sus formulados comerciales sobre el desarrollo de órganos reproductores y la fertilidad / **183**

Impactos de la agroindustria sobre la salud ambiental de los anfibios del centro este de Argentina en el contexto del desarrollo sustentable / **186**

Estrógenos ambientales y desarrollo y diferenciación mamaria / **190**

Contaminantes Ambientales Hormonalmente Activos. Efectos en el Sistema Reprodutor del Yacaré Overo (*Caiman latirostris*) / **193**

Efectos del ambiente sobre la salud humana y animal / **198**

Efectos del ambiente físico sobre la producción animal / **201**

Derecho Ambiental en la provincia de Santa Fe / **205**

Referencias bibliográficas del capítulo 5 / **211**

CAPÍTULO 6. Biodiversidad y desarrollo sustentable / 222

- Biodiversidad: concepto, funciones, importancia y amenazas / **222**
- Diversidad de insectos de ambientes ruderales / **229**
- Diversidad de fitoplancton / **232**
- Diversidad de zooplancton y su valor como bioindicador / **236**
- Diversidad de peces e interacciones / **241**
- Diversidad de anfibios / **247**
- Diversidad de reptiles, aves y mamíferos / **254**
- Gestión de áreas naturales en el centro norte de la provincia de Santa Fe / **259**
- Diversidad genética de especies faunísticas / **261**
- Recomendaciones / **264**
- Referencias bibliográficas del capítulo 6 / **266**
- Autoras y autores de este capítulo / **278**

CAPÍTULO 7. Ciclo de vida de productos: tecnología para la gestión y el reciclado de diversos residuos / 279

- Introducción / **279**
- Valorización de residuos agroindustriales para la obtención de productos sustentables / **281**
- Tratamiento de residuos pecuarios y residuos sólidos urbanos en el centro norte de la provincia de Santa Fe / **290**
- Gestión integral de envases de agroquímicos / **296**
- Tratamiento de efluentes líquidos en áreas urbanas.
- Uso de microorganismos de interés biotecnológico / **302**
- Referencias bibliográficas del capítulo 7 / **311**

inflamabilidad y volatilidad conducen a modificar procesos clásicos y altamente arraigados en nuestra industria. El uso de estos LIS obliga a redefinir el término «solvente» y rediseñar nuevas tecnologías *adaptándolas* a las propiedades específicas que ellos presentan para así lograr su implementación de modo masivo en plantas industriales. Estos *nuevos solventes verdes* causan un gran cambio en el significado y el uso clásico del solvente dejando de lado viejos hábitos (como la evaporación del COVs después de terminado un proceso industrial) e incluso su elevada reciclabilidad minimiza la eliminación de residuos, por lo que este tópico resulta aún, todo un reto.

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

*Carlos A. Bussatto*⁷ y *Diana A. Estenoz*⁸

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, asegurando su performance y reduciendo costos.

En el campo de los polímeros, las actividades industriales están en permanente expansión. Sin embargo, actualmente enfrentan varios desafíos relacionados con la creciente demanda del mercado, las exigencias de calidad, los costos de las materias primas y las regulaciones medioambientales y de sustentabilidad cada vez más estrictas. Por ello, crece día a día el interés en el desarrollo de estrategias que permitan evaluar el potencial uso de sustancias naturales, reemplazando total o parcialmente los productos sintéticos.

Como ya se detalló anteriormente, la región centro de Argentina, y en especial la provincia de Santa Fe, presenta una gran actividad agroindustrial. Es la mayor productora de aceites vegetales a nivel nacional, forma parte de la cuenca lechera más importante del mundo, y tiene la mayor producción de biodiésel del país. La región alberga además industrias de pulpa de celulosa y papel, y tiene una actividad industrial pujante y en crecimiento en diferentes ramas tales como industria de aglomerados y laminados, de adhesivos, procesadoras de plásticos y de poliuretanos, farmacéuticas, de productos veterinarios y biotecnológicos, entre otras.

Las materias primas, subproductos y residuos de las actividades antedichas pueden utilizarse en segundas o terceras cadenas de valor para el desarrollo de

7 Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), (CONICET-UNL).

8 Facultad de Ingeniería Química, UNL. Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), (CONICET-UNL).

procesos y productos sustentables. En este sentido, la valorización de productos lignocelulósicos resulta una alternativa atractiva debido a su costo, abundancia y renovabilidad para el desarrollo de materiales y procesos sustentables desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Procesos sustentables

Se estudió el diseño eficiente de fluidos de perforación en base agua (WBMS) aplicados a formaciones shale de Argentina. Se diseñaron WBMS sustentables desde el punto de vista económico, ambiental y de performance, aplicados a formaciones shale de Argentina (Vaca Muerta). En particular, se investigó el reemplazo de un aditivo tradicionalmente utilizado en los WBMS, la goma xantana (XGD), por nanofibrillas de celulosa (CNFs) obtenidas a partir de diferentes fuentes y tratamientos, procurando obtener ventajas económicas y ambientales y, a la vez, asegurando una adecuada performance. Para el reemplazo se consideraron tres tipos de nanocelulosas: la primera obtenida a partir de un tratamiento de una pulpa kraft de abedul blanqueada (B-CNF), la segunda, a partir de una pulpa kraft de eucalipto no blanqueada (L-CNF), y la tercera, a partir del residuo obtenido de la producción de nanocristales de celulosa (R-CNF) (Figura 2.5.1). Los fluidos se caracterizaron en cuanto a sus propiedades reológicas, de filtración, térmicas, morfológicas y estructurales. Además, el comportamiento reológico se estudió teóricamente mediante la implementación de diferentes modelos. Los WBMS diseñados presentaron características reológicas comparables con los fluidos de perforación en base aceite tradicionalmente usados en la industria del petróleo (Villada *et al.*, 2017). Además, se observaron comportamientos reológicos muy similares al fluido tradicional conteniendo XGD con el doble de concentración de L-CNF y R-CNF, una mayor estabilidad térmica para los WBMS conteniendo R-CNF y L-CNF, formación de films y mayor aglomeración de partículas con el incremento de la concentración de L-CNF y R-CNF, menores volúmenes de filtrado para el fluido con R-CNF cercanos al valor requerido a nivel industrial (< 10 mL), y viscosidades plásticas dentro del rango de interés tecnológico (20–50 mPa.s) (Villada *et al.*, 2018).

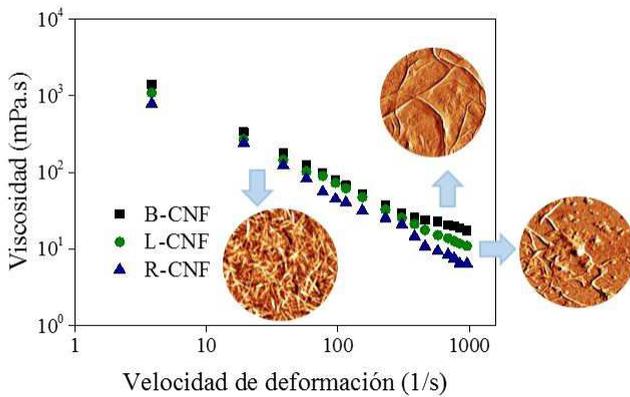


Figura 2.5.1. Resultados reológicos de las suspensiones de B-CNF, L-CNF y R-CNF.

Productos sustentables

a) *Resinas del formaldehído modificadas con derivados de la lignina.* Se caracterizaron ligninas provenientes de mezclas de eucaliptos aisladas de un proceso kraft y al sulfito, y una lignina de bagazo de caña del tipo organosolv. Se observó que la composición de la lignina es muy variable y que la mejor alternativa de reemplazo de fenol en la síntesis de resinas de fenol-formaldehído del tipo resol es el lignosulfonato de sodio, ya que es soluble en medio acuoso, al igual que los resoles. Con el fin de incrementar la reactividad de las ligninas, se llevaron a cabo reacciones de hidroximetilación entre la lignina y el formaldehído en medio básico y se optimizaron las condiciones de reacción (Taverna *et al.*, 2019). Una vez caracterizadas y activadas las ligninas, se sintetizaron y caracterizaron cuatro resoles industriales modificados, destinados a la impregnación de papeles del tipo kraft para la obtención de laminados decorativos con reemplazos de un 10, 20 y 30 % m/m de fenol. Las características finales de las resinas modificadas resultaron similares a las tradicionales. Para los laminados, se realizaron ensayos viscoelásticos, térmicos y pruebas mecánicas tales como ensayos de flexión, tracción, impacto por caída de bola (Figura 2.5.2) y fractura interlaminar (Taverna *et al.*, 2015, 2018a). Para ambos casos, reemplazos de lignina inferiores al 30 % m/m de fenol garantizaron propiedades térmicas, mecánicas y viscoelásticas similares a los materiales tradicionales.



Figura 2.5.2. Test de impacto en un laminado decorativo modificado con 20 % m/m de lignina.

b) *Micropartículas de lignina aplicadas a la liberación controlada de agroquímicos.* Se estudió el empleo de diferentes ligninas para la encapsulación de agroquímicos con el propósito de obtener formulaciones más eficientes y amigables con el ambiente. Estos sistemas permiten reducir la dosis de agroquímico empleada, disminuir el riesgo de contaminación ambiental y proteger los principios activos frente a factores ambientales. Se estudió la encapsulación del herbicida atrazina empleando ligninas organosolubles e iónica provenientes de bagazo de caña y abedul, respectivamente. Para este fin se investigaron diferentes estrategias de producción de micropartículas, tales como el método de extracción/evaporación de solvente, la microfluídica y la tecnología de *spray-drying*. Se evaluaron los perfiles de liberación del principio activo en agua (Figura 2.5.3), obteniéndose perfiles de liberación sostenidos durante más de 48 horas (Taverna *et al.*, 2018b). Además, se estudió la movilidad de la atrazina en suelos agrícolas de la región, observándose menores concentraciones de atrazina en los lixiviados en comparación con la atrazina libre. Mediante la técnica de microfluídica se logró controlar la morfología de las partículas, y la inclusión de las mismas en geles de alginato permitió extender los perfiles de liberación del herbicida (Busatto *et al.*, 2019).

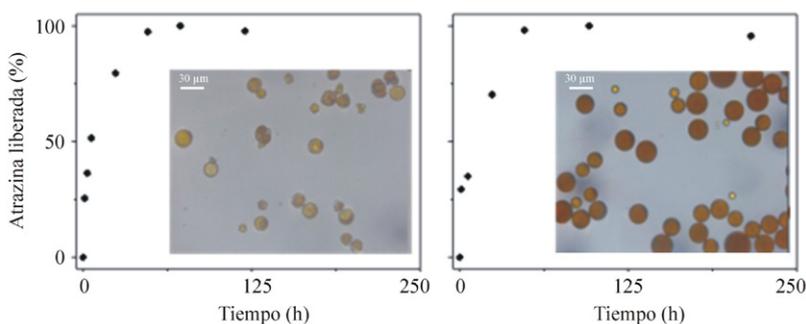


Figura 2.5.3. Perfiles de liberación de atrazina a partir de micropartículas de lignina: a) Organosolv; b) iónica.

Discusión final y conclusiones

El desarrollo de resinas modificadas con derivados de ligninas y de sistemas de liberación controlada de agroquímicos constituyen alternativas atractivas para la valorización de ligninas de la región con el fin de obtener productos de alto valor agregado y bajo impacto ambiental. Las ligninas también pueden emplearse para otras aplicaciones de interés industrial, tales como la síntesis de polibenzoxazinas (polímeros termoestables de alta performance) y la producción de termoplásticos reforzados con ligninas (poliácido láctico, polióxido de etileno y poliolefinas).

La producción de hidrocarburos a partir de reservas no convencionales tipo *shale gas* y *shale oil* requiere de la implementación de una tecnología calificada y avanzada para su explotación. Es por ello que el diseño de nuevos WBMS contribuye a un área de gran interés actual para la industria energética de Argentina. Por otra parte, el reemplazo de aditivos comúnmente utilizados en los WBMS por otros provenientes de fuentes renovables amplía la posibilidad de explorar otros recursos obtenidos en la región. Además, la metodología empleada puede extenderse a otros reservorios no convencionales tipo shale.

Finalmente, el empleo de aceites vegetales provenientes de la región para la obtención de precursores con funcionalidades específicas (amino y policarbonato) utilizados en la síntesis de poliuretanos libres de isocianato y poliaminas, como así también el uso de lactosuero para la obtención de poliácido láctico, constituyen importantes alternativas para el desarrollo tecnológico sustentable de la región.

El diseño integral de procesos de síntesis de nuevos materiales poliméricos de alto desempeño basados en fuentes renovables de origen regional es un gran desafío científico y tecnológico. Los avances promueven la colaboración y la vinculación con empresas de la región e incentiva la adopción de los desarrollos, generando beneficios asociados a soluciones de problemas medioambientales y a la expansión de industrias por medio de la utilización y/o la generación de valor agregado a residuos, subproductos y productos.

Referencias bibliográficas del capítulo 2

Introducción

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2017). Herramientas para una producción sustentable. MÓDULO I Sustentabilidad en procesos productivos y actividades de servicio.
- Bologna M. & Aquino G. (2020). Deforestation and world population sustainability: a quantitative analysis. *Nature Scientific Reports*, 10:7631. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63657-6> 1
- Naciones Unidas (2018). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2018. Nueva York.
- CEPAL (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas.
- CITIDES (2017). Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sustentable. Identificación de las problemáticas centrales de la Argentina para alcanzar un desarrollo sustentable. Sugerencias para superarlas desde el ámbito de incumbencia del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Híbridos látex–proteínas

- Allasia, M.; Passetgi, (Jr) M. C. G. (...) Minari, R. J. (2019). Waterborne hybrid acrylic/proteins nano composites with enhanced hydrophobicity by incorporating a water repelling protein, *Ind. & Eng. Chem. Res.*; 58, 46, 21070–21079.
- Huber, G. W.; Iborra, S. & Corma, A. (2006). Synthesis of transportation fuels from biomass: chemistry, catalysts, and engineering. *Chem. Rev.* 106(9), 4044–4098.
- Picchio, M. L.; Passetgi, (Jr) M. C. G. (...) Minari, R. J. (2015). Waterborne Acrylic–Casein Latexes as Eco–friendly Binders for Coatings, *Prog. Org. Coat.*; 88, 8–16.
- Picchio, M. L. (2016a). Nanopartículas híbridas acrílico/caseína dispersos en agua para su empleo como recubrimiento de bajo impacto ambiental (tesis inédita de doctorado). Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.

- Picchio, M. L.; Bohórquez, S. J. (...) Minari, R. J. (2016b). Waterborne Casein-Based Latexes with High Solids Content and Their High-Throughput Coating Optimization, *Ind. & Eng. Chem. Res.*; 55, 10271–10277.
- Picchio, M. L.; Paredes, A. J. (...) Álvarez Igarzabal, C. I. (2018a). pH-Responsive casein-based films and their applications as functional coatings in solid dosage formulations, *Colloids and Surfaces A*, 541, 1–9.
- Picchio, M. L.; Ronco, L. I. (...) Minari, R. J. (2018b). Poly(n-butyl acrylate)-casein nanocomposites as promising candidates for packaging films, *J. Pol. Environ.*, 26(6), 25799–2587.
- Picchio, M. L.; Cuggino, J. C. (...) Calderón, M. (2018c). Crosslinked casein-based micelles as a dually responsive drug delivery system, *Polym. Chem.*, 9:3499–3510. doi: 10.1039/C8PY00600H.

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

- Devard, A.; Brussino, P. (...) Ulla, M. A. (2019). Cu (5 %)/Al₂O₃ catalytic performance on the phenol wet oxidation with H₂O₂: Influence of the calcination temperature. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(4), 103–201.
- Marchesini, F. A.; Querini, C. (...) Ramallo-Lopez, J. M. (2008). Nitrate hydrogenation on Pt, In/Al₂O₃: EXAFS and XANES characterization of fresh and used catalysts. *Catalysis Communications*, 10(3), 355–358.
- Olmos, G. V. (2016). Alternativas de disolución de celulosa para la obtención de productos regenerados (tesis inédita de doctorado). Universidad Nacional del Litoral.
- Olmos, G. V.; Taleb, M. C. (...) Maximino, M. G. (2017). Caracterización de esponjas y esferas preparadas a partir de soluciones de celulosa. Artículo presentado en el XII Simposio Argentino de Polímeros, Los Cocos.
- Olmos, G. V.; Taleb, M. C. (...) Maximino, M. G. (2018). Dissolving pulp from eucalyptus sawdust and its application in cellulosic beads and films. Artículo presentado en el 51st ABTCP International Pulp and Paper Congress and X IberoAmerican Congress on Pulp and Paper Research. San Pablo. <http://abtcp2018.org.br/congresso/trabalhos-completos-para-download>
- Taleb, M. C.; Olmos, G. V. (...) Marchesini, F. A. (2019). Catalizadores a base de nanopartículas de cobre soportados sobre esferas de Celulosa para la eliminación catalítica de contaminantes emergentes presentes en agua. Actas del XXXII Congreso Argentino de Química. Organizado por la Asociación Química Argentina (AQA). CABA.
- Zoppas, F. M.; Bernardes, A. M. (...) Marchesini, F. A. (2018a). Nitrate reduction of brines from water desalination plants employing a low metallic charge Pd, In *Catalyst and Formic Acid as Reducing Agent*. *Catalysis Letters*, 148(8), 2572–2584.
- Zoppas, F. M.; Bernardes, A. M. (...) Marchesini, F. A. (2018b). Improving selectivity to dinitrogen using Palladium-Indium coated on activated carbon fibers: Preparation, characterization and application in water-phase nitrate reduction using formic acid as an alternative reductant source. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(4), 4764–4772.

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

- Banus, E. D.; Ulla, M. A. (...) Miro, E. E. (2010). Catalytic ceramic paper for the combustion of diesel soot. *Catalysis Communications*, 12(1), 46–49.
- Cecchini, J. P.; Serra, R. M. (...) Milt, V. G. (2011). Ceramic papers containing Y zeolite for toluene removal. *Microporous and Mesoporous Materials*, 145, 51–58.
- Godoy, M. L.; Banus, E. D. (...) Milt, V. G. (2019). Single and double bed stacked wire mesh cartridges for the catalytic treatment of diesel exhausts. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7, 1–8.
- Leonardi, S. A.; Zanuttini, M. A. (...) Milt, V. G. (2017). Catalytic paper made from ceramic fibres and natural ulexite. Application to Diesel particulate removal. *Chemical Engineering Journal*, 317, 394–403.
- Milt, V. G.; Querini, C. A. (...) Ulla, M. A. (2003). Abatement of Diesel Exhaust Pollutants. NOx Adsorption on Co, Ba, K/CeO₂ Catalysts. *Journal of Catalysis*, 220, 424–432.
- Stegmayer, M. A.; Milt, V. G. (...) Miro, E. E. Cobalt deposited on micro and nanometric structures of ceria and zirconia applied in diesel soot combustion. *Molecular Catalysis* (en prensa).
- Tuler, F. E.; Banus, E. D. (...) Milt, V. G. (2014). Ceramic papers as flexible structures for the development of novel diesel soot combustion catalysts. *Chemical Engineering Journal*, 246, 287–298.
- Tuler, F. E.; Gaigneaux, E. M. (...) Debecker, D. P. (2015). Catalytic ceramic papers for diesel soot oxidation: A spray method for enhanced performance. *Catalysis Communications*, 72, 116–120.
- Tuler, F. E.; Portela, R. (...) Milt, V. G. (2016). Development of sepiolite/SiC porous catalytic filters for diesel soot abatement. *Microporous and Mesoporous Materials*, 230, 11–19.

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

- Adam, C. G.; Fortunato, G. G. & Mancini, P. M. E. (2009). Nucleophilic and acid catalyst behavior of a protic ionic liquid in a molecular reaction media. Part 1. *Journal Physical Organic Chemistry*, 22, 460–465. doi: 10.1002/poc.1501
- Adam, C. G.; Bravo, M. V. & Mancini, P. M. E. (2014). Molecular solvent effect on the acidity constant of protic ionic liquids. *Tetrahedron Letters*, 55, 148–150.
- Adam, C. G.; Bravo, M. V. (...) Fortunato, G. G. (2014). Solvatochromic dipolarity micro-sensor behavior in binary solvent systems of the (water + ionic liquid) type. Application of preferential solvation model and linear solvation energy relationships. *Journal Physical Organic Chemistry*, 27, 841–849. doi: 10.1002/poc.3346 Este artículo fue seleccionado para COVER IMAGE en el Issue, 11 (November), 2014.

- Adam, C. G.; Bravo, M. V. & Granados A. M. (2017). Anion influence on aggregation behavior of imidazolium-based ionic liquid in aqueous solutions: effect on diverse chemical processes. *Ind. & Eng. Chem. Res.* 56, 1214–1222. doi: 10.1021/acs.iecr.6b03083
- Adam, C. G. y Fortunato, G. G. (2019). Synthesis and self-assembly properties of new surface active 1-alkylimidazolium ionic liquids in aqueous media. *Journal of Surfactants and Detergents*, 22, 501–513. doi.org/10.1002/jsde.12260
- Bravo, M. V.; Fernandez, J. L. (...) Della Rosa, C. D. (2019). Understanding the role of protic ionic liquids in reactive systems: rational selection of PILs for the design of green synthesis strategies for allylic amines and β -amino esters. *Chem Plus Chem*, 84, 919–926. doi: 10.1002/cplu.201900318
- Martini, M. B. y Adam, C. (2017). Nuevos solventes verdes con propiedades dirigidas. En *Actas del AA2017 del III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental*. Organizado por Universidad Nacional del Litoral y Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental (SACyTA). Santa Fe, Argentina.
- Martini, M. B. y Adam C. G. (2017). Líquidos iónicos diseñados para la catálisis ácida en procesos orgánicos. En *Actas del XXI Simposio Nacional de Química Orgánica. Organizado por Sociedad Argentina de Química Orgánica (SAIQO)*. San Luis. Argentina.
- Martini, M. B.; Della Rosa, C. D. (...) Adam, C. G. (2019). Análisis del comportamiento de materiales iónicos diseñados con características ácido de Bronsted sobre reacciones de esterificación. En *Actas del XXXII Congreso Argentino de Química (AQA)*. Organizado por asociación Química Argentina. Buenos Aires, Argentina.

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

- Busatto, C. A.; Taverna, M. E. (...) Estenoz, D. A. Preparation and characterization of lignin microparticles-in-alginate beads for atrazine-controlled release. *Journal of Polymers and the Environment* (en prensa).
- Taverna, M. E.; Ollearo, R. (...) Frontini, P. (2015). Mechanical evaluation of laminates based on phenol-formaldehyde resins modified with sodium lignosulfonate. *Bioresources*, 10(4), 8325–8338.
- Taverna, M. E.; Tassara, O. (...) & Estenoz, D. (2018a). Effect of kraft lignin from hardwood on the viscoelastic, thermal, mechanical and aging performance of high-pressure laminates. *Waste Biomass Valorization*, 10(3), 585–597.
- Taverna, M. E.; Busatto, C. A. (...) Estenoz, D. A. (2018b). Evaluation of ionic and organosolv lignin microparticles for atrazine-controlled release. *Journal of Hazardous Materials*, 359, 139–147.
- Taverna, M. E.; Felissia, F. (...) y Nicolau, V. V. (2019). Characterization and chemical modification of technical lignins from south-american sources for resol resins. *Journal of Applied Polymer Science*, 136, 47712. doi: 10.1002/app.47712
- Villada, Y.; Gallardo, F. (...) Estenoz, D. A. (2017). Functional characterization on colloidal suspensions containing xanthan gum (XGD) and polyanionic cellulose (PAC) used in drilling fluids for a shale formation. *Applied Clay Science*, 149, 59–66.
- Villada, Y.; Iglesias, C. (...) Estenoz, D. (2018). Cellulose nanofibrils as a replacement for xanthan gum (XGD) in water-based muds (WBMs) to be used in shale formations. *Cellulose*, 25, 7091–7112. doi: 10.1007/s10570-018-2081-z