

# II Simposio de Residuos Agropecuarios y Agroindustriales del NOA y Cuyo

Trabajos completos y comunicaciones

Compiladores:

Pablo Monetta

Héctor Emilio Paroldi

Roberto Esteban Miguel



# II Simposio de Residuos Agropecuarios y Agroindustriales del NOA y Cuyo

Trabajos completos y comunicaciones

*Compiladores:*

*Monetta, Pablo  
Paroldi, Héctor Emilio  
Miguel, Roberto Esteban*



Secretaría  
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo  
Presidencia de la Nación

*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Estación Experimental Agropecuaria San Juan*

2019

II Simposio de Residuos Agropecuarios y Agroindustriales del NOA y Cuyo: trabajos completos y comunicaciones / Matías Alancay ... [et al.]; compilado por Pablo Monetta; Héctor Emilio Paroldi; Roberto Esteban Miguel. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria INTA San Juan, 2019. Libro digital, PDF

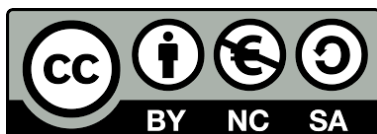
Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-521-982-3

1. Calidad del Medio Ambiente. 2. Residuo Agrícola. 3. Agricultura. I. Alancay, Matías. II. Monetta, Pablo, comp. III. Paroldi, Hector Emilio, comp. IV. Miguel, Roberto Esteban, comp.  
CDD 631

**Diseño:**

Susana Beatriz Macías Vargas, Pablo Monetta  
INTA EEA San Juan  
Roberto Esteban Miguel  
INTA EEA Chilecito

Las fotos del diseño de la tapa fueron extraídas de los trabajos que componen el libro. Arriba izquierda: Aplicación de enmiendas orgánicas en parcelas experimentales (Soto Miranda, D. et al.); Arriba derecha: Remoción mecanizada de las pilas de compost (Orden, L. y Ahualli, P.); Abajo izquierda: Panes elaborados con harina de cáscara de zapallo (Roman, M.C. et al.); Abajo derecha: Micrografía electrónica de escobajo (Navas, C.S. et al).



## Contenidos

COMISION ORGANIZADORA DEL “II SRAyA NOA y Cuyo” .....	9
AGRADECIMIENTOS .....	12
PRÓLOGO .....	13
PALABRAS DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA .....	15
BREVE DESCRIPCIÓN DEL EVENTO .....	16
TRABAJOS COMPLETOS .....	18
Aprovechamiento del subproducto de la industria del tomate como fuente de pectina	
Alancay, M.M. <sup>1</sup> ; Lobo, M.O. <sup>1</sup> ; Samman, N.N. <sup>1</sup> .....	19
Compostaje de residuos sólidos de matadero con tecnología de microorganismos eficientes desarrollados en Jujuy (MEJ)	
Altamirano, F.E.; Zankar G. del C.; Quintar, S.; Ortega, R.; Vidaurre, J. ....	24
Aplicación de té de compost de orujo de olivo sobre un suelo franco arcillo limoso	
Alurralde, A.L. <sup>1,2*</sup> ; Di Barbaro, G. <sup>1</sup> ; Imhoff, S. <sup>3</sup> ; Gariglio, N. <sup>3</sup> ; González Basso, V. <sup>1</sup> ; Rizo, M. <sup>1</sup> ; Espeche, E. <sup>1</sup> ; Manenti, L. <sup>1</sup> ; Sasovsky, R. <sup>1</sup> .....	28
Orujos de vinos tintos de Cafayate como controladores del biofilm bacteriano	
Arreguez M.L. <sup>2</sup> Viola C. M. <sup>2</sup> Cartagena E. <sup>1,2</sup> Arena M. E. <sup>1,2</sup> .....	32
Caracterización de poliuretanos obtenidos a partir de fracciones oleosas de aceite de oliva	
Bagni, M.M. <sup>1*</sup> ; Granados, D.L. <sup>1</sup> ; Reboredo, M.M. <sup>2</sup> .....	36
Variación del contenido regional de Nitrato en el agua subterránea del Departamento Pocito- San Juan, durante los últimos 50 años	
Battistella, R.; Ortega, I.; Carelli, F. ....	41
Comportamiento de hongos en medios con vinaza de caña de azúcar	
Carbajo M.S. <sup>1*</sup> , Ojeda Feroselle, A.C. <sup>3</sup> , Meneguzzi N. <sup>1</sup> , Canteros B. I. <sup>2</sup> , Rodríguez G. <sup>3</sup> .....	47
Revalorización del guano de gallina y alperujo de oliva, para la producción de biogás	
Carrasco, E. <sup>1</sup> , Hidalgo, A. <sup>1</sup> ; Butti, M. <sup>2</sup> .....	51
Valorización de ceras de girasol recuperadas: elaboración de películas comestibles por casting y electrospinning ...	
Chalapud, M. <sup>1*</sup> ; Baumler, E. <sup>1</sup> , Carelli, A. <sup>1</sup> ; Salgado, M. de la P. <sup>2</sup> , Calderón, G. <sup>2</sup> , Morales, E. <sup>3</sup> .....	56
Compost a base de alperujo como parte de un sustrato en plantinera de hortalizas	
de Bustos, M.E.; Carabajal, D. ....	61
Análisis cinético de la gasificación con vapor de residuos de la industria olivícola usando macro-TGA	
Fernandez, A. <sup>1</sup> , Baldán, Y. <sup>1</sup> , Rodriguez, R. <sup>1</sup> y Mazza, G. <sup>2</sup> .....	64
Producción de biodiesel a diferentes tiempos y temperaturas de reacción y consumo en motor	
García H.J. <sup>1</sup> ; Saavedra, R.M. <sup>1</sup> ; Sánchez de Pinto, M.I. <sup>1</sup> ; Pappalardo, L.A. <sup>2</sup> .....	68
Producción microbiológica de carotenos a partir de alperujo	
Ghilardi, C. <sup>1,2</sup> , Carelli Albarracín, A.A. <sup>1,2</sup> , Borroni, M.V. <sup>3</sup> .....	73
Optimización de la producción de biogás de alperujo pretratado con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
Gil, R.M.; Rodríguez, L.A.; Paroldi, H.E.; Vallejo, M.D. ....	77

Optimización estadística de la producción de biogás en la digestión anaeróbica seca de alperujo Gil, R.M.; Rodríguez, L.A.; Paroldi, H.E.; Vallejo, M.D. ....	81
Valorización energética de carozos de duraznos y damascos triturados Giordano, R. <sup>1</sup> ; Vanin, N. <sup>2</sup> ; Reynoso, M. <sup>2</sup> ; Attorri, R. <sup>3</sup> .....	85
Alternativas para el aprovechamiento integral de residuos agroindustriales en planta piloto de aceite de oliva Gómez P. <sup>1</sup> , Ribotta P. <sup>2</sup> , Lorenzo E. <sup>3</sup> , Segovia F. <sup>1</sup> , González Vera C. <sup>1</sup> , Werning L. <sup>3</sup> , Filippín A. <sup>1</sup> , Severini H. <sup>2</sup> , Alurralde A. <sup>1</sup> .....	90
Producción de ácido láctico por fermentación de escobajo de uva con <i>R. oryzae</i> Groff, M.C. <sup>1</sup> , Albarracín, M. <sup>1</sup> , Kassuha, D.E. <sup>1,2</sup> , Gaido, M. <sup>2</sup> ; Noriega, S.E. <sup>1</sup> .....	95
Efecto de la aplicación de vinaza sobre la dinámica de poblaciones microbianas edáficas Hernández Guijarro, K. <sup>1</sup> ; Portocarrero, R. <sup>2</sup> ; Covacevich, F. <sup>3,1</sup> .....	100
Compostaje de estiércol de conejo con cama de gallina ponedora Herrera, A.C. <sup>1</sup> ; Palavecino, A.C. <sup>1</sup> ; Sánchez de Pinto, M.I. <sup>1</sup> .....	105
Bioetanol a partir de residuos de la actividad olivícola Herrero, L.; Mamaní, A.; Montoro, L.; Giménez, M.; Heredia, I.; Deiana, C. ....	110
Tableros con mezcla de residuos de madera y cáscara de maní Jiménez, P.V. <sup>1</sup> , Gatani, M. <sup>2</sup> , Pan, E. <sup>1</sup> , Umlandt, M. <sup>1</sup> , Brandán, R. <sup>1</sup> , Medina, J.C. <sup>1</sup> .....	115
Rendimiento y actividad insecticida contra <i>Sitophilus zeamais m.</i> del aceite esencial de la paja de comino Mansilla, L.A. <sup>1</sup> ; Quiroga, V. <sup>2</sup> .....	119
Metodología de ensayos de generación de biogás a partir de residuos sólidos urbanos Maroto, C.; Indiveri, M.E; Llamas, S. ....	123
Valorización de orujo de uva: ensayos preliminares para obtención $\alpha$ -L-ramnosidasas y exopoligalacturonasas Martín, M.L.; Vallejo, M.; Gouiric, S. ....	127
Agregado de valor a un residuo de la industria cárnica Martínez, M. <sup>1</sup> , Reñones, L. <sup>1</sup> , Rodríguez, L.N. <sup>1</sup> , Majul, L. <sup>2</sup> , García Mansilla, M. <sup>2</sup> .....	131
Fitotoxicidad en <i>Lactuca sativa l.</i> por aplicación de extractos acuosos de compost a base de alperujo Mascareño Varas, M. <sup>1</sup> y de Bustos, M.E. <sup>2</sup> .....	136
Bioindicadores de calidad de suelos vitícolas bajo diferentes tratamientos agronómicos Medina, E.M. <sup>1*</sup> ; Paroldi, H.E. <sup>1</sup> ; Navas Kaluza, M.Da. <sup>1</sup> ; Toro, M. E. <sup>1</sup> ; Vázquez, F. <sup>1</sup> .....	140
Caracterización de residuos biotrasformados y efectos de diferentes estrategias de aplicación Moisés, J. <sup>1</sup> ; Martínez, J.M. <sup>1,2</sup> ; Galantini, J.A. <sup>2,3</sup> .....	145
Utilización como enmienda de suelos del biosólido residual de la planta de tratamiento de efluentes de una industria tomatera Monetta, P. <sup>1</sup> ; Sosa, C. <sup>1</sup> ; Albors, A. <sup>1</sup> ; Picca, C. <sup>2</sup> ; Bustos, L. <sup>1</sup> ; Mundaca S. <sup>1</sup> Ruiz, R. <sup>3</sup> ; Babelis, G. <sup>1</sup> .....	150
Mapa de residuos sólidos y semisólidos de la industria aceitera olivícola de la provincia San Juan Monetta, P. <sup>1</sup> ; Renzi, L. <sup>2</sup> ; Suarez, E. <sup>2</sup> ; Cornejo, V. <sup>1</sup> ; Oviedo, A. <sup>1</sup> .....	155

Evaluación de la calidad y momento de aplicación al suelo de un efluente porcino crudo y digerido anaeróbicamente	
Mórtola, N. <sup>1</sup> ; Beily, M.E. <sup>2</sup> ; Brieva, M.A. <sup>3</sup> ; Soto, A. <sup>1</sup> ; Eiza, M. <sup>1</sup> ; Carfagno, P. <sup>1</sup> ; Riera, N. <sup>2</sup> ; Bres, P. <sup>2</sup> ; Rizzo, P. <sup>2</sup> ; Brutti, L. <sup>1</sup> .....	158
Formulación de emulsiones a partir de con agregado de biofenoles procedentes del alperujo	
Mussio, D.F.; Giacomozzi, A.; Palla, C.; Ceci, L.N.; Carrín, M.E.; Carelli Albarracín, A.A. ....	163
Caracterización de residuos de un mercado concentrador de frutas y hortalizas	
Muzlera Klappenbach, A., Mazzeo, N.M. ....	168
Caracterización de las partículas de alperujo para su empleo como relleno en material compuesto de matriz polimérica	
Navas, C.S.*; Bagni, M.; Pastor, P. ....	173
Escobajo para la síntesis de biocompuestos	
Navas, C.S. <sup>1</sup> ; Bagni, M. <sup>1</sup> ; Giménez, M. <sup>1</sup> ; Ferrá, M. <sup>1</sup> ; Granados, D.L. <sup>1*</sup> ; Reboredo, M. <sup>2</sup> .....	177
Producción de biogás a partir de estiércol vacuno con gliserina y maíz como co-sustratos	
Palavecino, A.C. <sup>1</sup> ; Herrera, C. <sup>1</sup> ; Sánchez de Pinto, M.I. <sup>1</sup> ; Farfán Torres, M. <sup>2</sup> .....	181
Utilización de residuos olivícolas crudos como enmiendas de suelos de olivares	
Paroldi, H.E. <sup>1</sup> ; Pierantozzi, P. <sup>2</sup> ; Monetta, P. <sup>2</sup> .....	186
Evaluación de carbones activados derivados de residuos agroindustriales usando KOH como agente de activación	
Ramírez, N.; Mamaní, A.; Giménez, M.; Caballero, N.; Sardella, F.; Deiana, C. ....	190
Determinación de residuos de agroquímicos en <i>Lactuca sativa</i> (lechuga) que se comercializa en Catamarca	
Rivero, C.; Vildoza, J.L. ....	195
Recuperación de compuestos fenólicos de residuos olivícolas: selección de variables relevantes y optimización del proceso	
Rodríguez, M. <sup>1</sup> ; Gil, R. <sup>2</sup> ; Rodríguez, L. <sup>2</sup> ; Vallejo, M. <sup>2</sup> ; Cornejo, V. <sup>1</sup> ; Gines, L. <sup>1</sup> ; Rodríguez Gutiérrez, G. <sup>3</sup> ; Monetta, P. <sup>1</sup> .....	200
Cinética del proceso de secado de semillas de zapallo y melón de descarte para obtener snacks	
Román, M.C. <sup>1, 3</sup> ; Riveros, M.A. <sup>1</sup> ; Fabani, M.P. <sup>2,3</sup> ; Rodríguez, R. <sup>1</sup> .....	205
Valorización de la corteza de zapallo y sandía de descarte: obtención de harinas no tradicionales	
Román, M.C. <sup>1,3</sup> ; Riveros, M. <sup>1</sup> ; López, S. <sup>2</sup> ; Feresin, G. <sup>2,3</sup> ; Rodríguez, R. <sup>1</sup> ; Fabani, M. <sup>2,3</sup> .....	210
Calidad de burlanda húmeda de maíz para su utilización en alimentación animal	
Rosso, M.C; Pérez, M.A. ....	215
Producción de energía a partir de aserrín en lechos fluidizados: modelado de la velocidad mínima	
Saffe, A. <sup>1</sup> ; Rodríguez, R. <sup>2</sup> ; Mazza, G. <sup>3</sup> .....	218
Evaluación de la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de digerido en establecimiento de producción porcina	
Sosa, N.; Mathier, D.F.; Bragachini, M.A. ....	223
Efecto de la aplicación de guano y distintos tipos de compost sobre parámetros de suelo, variables de crecimiento y calidad comercial de un cultivar de lechuga	
Soto Miranda, D. <sup>1</sup> ; Chumbita, N. <sup>1</sup> ; Reta, M. <sup>1</sup> ; Cuesta, G. <sup>1,2</sup> ; Monetta, P. <sup>2</sup> .....	228

Perfil metabólico en conejos alimentados con orujo de uva usado en la producción de hongos comestibles Varas, M.M. <sup>1*</sup> ; Müller, N. <sup>2</sup> ; Martínez, P. <sup>1</sup> ; Valdez, K.L. <sup>1</sup> ; Delgado, N. <sup>3</sup> ; Fracchia, S. <sup>3</sup> .....	233
Caracterización de la fruta de kiwi de descarte como biorecurso para la obtención de productos de mayor valor agregado Velarde, A.J.; Quillehauquy, V.; Dal Lago, C.; Paz, C.D.....	237
Bioensayo de germinación para la evaluación de compost y lombricompost de producción local Vittar, L.; Fuentes, F.; Gonzales, C.C.....	242
Aplicación de índices de intensidad de uso para el análisis de la producción más limpia en efluentes de bodega: un estudio de caso Vuksinic, E. <sup>1</sup> ; Miguel, R.E. <sup>1</sup> ; Crespo, D.E. <sup>2</sup> .....	246
Modelo de pirólisis de una partícula de residuos de pistacia vera Zalazar García, D. <sup>1</sup> , Rodriguez Ortiz, L.A. <sup>2</sup> , Rodriguez, R. <sup>3</sup> , Mazza, G. <sup>4</sup> .....	250
Modelado termodinámico del proceso de extracción supercrítica de polifenoles a partir de los residuos derivados del procesado de <i>Pistacia vera</i> : evaluación exergética de los parámetros de operación y su performance Zalazar García, D. <sup>1</sup> , Rodriguez Ortiz, L.A. <sup>2</sup> , Rodriguez, R. <sup>3</sup> , Mazza, G. <sup>4</sup> .....	254
COMUNICACIONES .....	259
Efluente de la industria láctea. Caracterización físico-química Argañaraz, M.; Peinetti, T.; Torales, C.; Serrano, G; Frau, F.; Pece, N.....	260
Determinación de la producción de extrapolisacárido en bacterias provenientes de residuos olivícolas Assad, F. <sup>1a*</sup> ; Soloaga, M.A. <sup>1b</sup> ; Córdoba, P.A. <sup>1c</sup> ; Rojas, N.L. <sup>2a</sup> ; Ghiringhelli, P.D. <sup>2b</sup> .....	262
Carbones activados obtenidos a partir de hueso de aceituna caracterizados por el tamaño del poro Barrionuevo Cabur, L.L.; Luna, N.S.; Filippin, A.J. ....	264
Evaluación preliminar del compostaje de cama profunda porcina Bonel, B. <sup>1</sup> ; Santinelli, M. <sup>2</sup> ; Guarnieri, G. <sup>3</sup> ; Juncos, H. <sup>3</sup> ; Kratochvil, F. <sup>3</sup> ; Mainini, C. <sup>3</sup> ; Varela, F. <sup>3</sup> ; Montico, S. <sup>1</sup> .....	265
Tratamiento de efluentes y residuos sólidos agroindustriales y agropecuarios con producción de biogás Borzacconi Vidal, L.V.....	267
Análisis de los productos digeridos provenientes de plantas de digestión anaeróbica de diferentes materias primas Bres, P. <sup>1</sup> ; Prieto, M. <sup>1</sup> ; Young, B.J. <sup>1</sup> , Rizzo, P.F. <sup>1</sup> , Karlanian, M. <sup>2</sup> y Crespo, D. <sup>1</sup> .....	268
Alternativas para el aprovechamiento integral del alperujo Borroni, V. <sup>1</sup> , Monetta, P. <sup>2</sup> , Rodriguez-Gutierrez, G. <sup>3</sup> .....	270
Análisis de los desperdicios vegetales del mercado concentrador Norchichas de Moreno, Buenos Aires Bruno, M. <sup>1</sup> ; Grenoville, S. <sup>2</sup> .....	272
Cuantificación del descarte y de la segunda calidad de la producción de kiwi del sudeste bonaerense David, M.Á. <sup>1</sup> ; Yommi, A. <sup>1</sup> ; Quillehauquy, V. <sup>1</sup> ; Paz, C. <sup>2</sup> ; Sánchez, E. <sup>1</sup> .....	274
Cooperación internacional para el agregado de valor del residuo olivícola Fabro, M.A.; Ocampo; E.Y.....	276
Desarrollo de un prototipo para deshidratación mecánica de alperujo	

Fabro, M.A.; Ocampo; E. Y.....	278
Producción de alimento para aves de corral a partir de algarroba, alfalfa y alperujo	
Fabro, M.A.; Ocampo; E.Y.....	279
Compostaje: una alternativa sustentable para el sector hortícola en Salta	
Fernández, I.D.; Zelarayan, A.....	281
Biomateriales fúngicos formulados con biomasa residual de cultivos del NOA	
Fracchia, S.; Barros, J. ....	283
Biomasa residual lignocelulósica producida en la provincia de La Rioja	
Fracchia, S; Barros, J.; Miranda, V.; Rothen, C. ....	285
Compostaje de orujo de uva y guano caprino para la producción de plantines de lechuga	
Funes Pinter M.I. <sup>1,2</sup> ; Fernandez, A.S. <sup>2</sup> , Martínez, L.E. <sup>1</sup> , Aguado, G. <sup>1</sup> , Uliarte, E.M. <sup>1</sup> .....	287
Composición físico-química de los residuos sólidos orgánicos recuperados de efluentes líquidos de tambo	
García, K. <sup>1</sup> ; Martino, J. <sup>2</sup> ; Picco, J. <sup>1</sup> ; Gaggiotti, M. <sup>1</sup> y Taverna, M. <sup>1</sup> .....	289
Densificado de residuos forestoindustriales de Caimancito, provincia de Jujuy	
Guari, S.R.; Tarifa, M.S., Sánchez, D.C. ....	291
Biogas hecho correctamente valorando residuos	
Hilbert, J.A. ....	293
Germinación y emergencia de plántula de rabanito tratadas con soluciones de detergente biodegradable	
Killian, S.; Paz, I; Morales, N.....	295
Efecto de sustancias de limpieza de uso cotidiano sobre la germinación y crecimiento de tomate	
Killian, S.; Morales, N.; Cancino, C. ....	297
Descomposición térmica del alperujo de aceite de oliva	
Luna, N.S.; Barrionuevo Cabur, L.L.; Filippin, A.J. ....	299
Tratamiento biológico en efluentes de aguas de maquinado de aceitunas	
Maldonado, M. <sup>1,2,3</sup> ; Affranchino, G. <sup>1</sup> ; Legrotaglie, A. <sup>1</sup> ; Lugones, F. <sup>3</sup> ; Ortega, V. <sup>1</sup> ; Fernandez, I. <sup>1</sup> ; Buzzacchi, F. <sup>1</sup> ; de Castro, I. <sup>1</sup> ; Taret, G. <sup>1</sup> .....	300
Tratamiento del alperujo en la escuela rural	
Martínez, M.L.; Heredia, M.....	302
Caracterización de residuos sólidos orgánicos de un tambo con sistema de ordeño voluntario (VMS)	
Martino; J. P. <sup>1</sup> ; García, K. <sup>2</sup> ; Cuatrín, A. <sup>2</sup> ; Gaggiotti, M. <sup>2</sup> y Taverna, M. <sup>2</sup> .....	304
Salinización de pozos en el Valle Central Antinaco–Los Colorados (La Rioja). Aportes para su comprensión	
Miguel, R.E.1; Tálamo, E. 2; González, J.V.1; Vuksinic, E.1.....	306
Efecto de sustancias eventualmente tóxicas sobre la germinación y crecimiento de plantas de pimiento	
Morales, N.; Killian, S.; Vries, J.....	308
Evaluación del compostaje de un barro de la industria cervecera mediante pilas con remoción mecanizada	
Orden, L. <sup>1</sup> y Ahualli, P. <sup>2</sup> .....	310
Uso de compost de cama porcina en sistemas hortícolas	
Ortiz Mackinson, M. <sup>1</sup> ; Borsini, G. <sup>2</sup> ; Carignano, A. <sup>2</sup> ; Grasso, R. <sup>1</sup> ; Valenzuela, O. <sup>3</sup> ; Bonel, B. <sup>4</sup> .....	312



Variación de las comunidades microbianas en función de las diferentes fases térmicas en el proceso de compostaje del alperujo Paroldi, H.E.1, Medina, E.M.1, Rodríguez, L.A.1; Monetta, P.2 .....	314
Cadena de valor del alperujo, una oportunidad de innovación: obtención de biofenoles y su aplicación en alimentos balanceados Renzi, L. <sup>1</sup> ; Monetta, P. <sup>2</sup> ; Rodríguez-Gutiérrez, G. <sup>3</sup> .....	315
Evaluación de compost de residuos porcinos como enmienda, para producción de flores de corte ( <i>Helianthus annuus</i> ) Riera, N. <sup>1</sup> ; Barbaro, L. <sup>2</sup> ; Karlanian, M. <sup>2</sup> ; Cazorla, C. <sup>3</sup> ; Beily, M. <sup>1</sup> ; Rizzo, P. <sup>1</sup> ; Crespo D. E. <sup>1</sup> ; Giuffré, L. <sup>4</sup> .....	317
Efecto del té de compost sobre la germinación de semillas de alfalfa Rizo, M.; Espeche, E.; Manenti, L.; Sasovsky, R.; Alurralde, A.L.*; Di Barbaro, G .....	319
Factibilidad de uso de residuos sólidos tratados mediante el análisis integral de parámetros de calidad Rizzo, P.F. <sup>1</sup> ; Prieto, M.F. <sup>1</sup> ; Young, B.J. <sup>1</sup> ; Bres, P.A. <sup>1</sup> , Barbaro, L. <sup>2</sup> y Crespo, D.E. <sup>1</sup> .....	321
Compostaje de estiércol en feed lot vacuno y costos relacionados Rodriguez, G.V. <sup>1</sup> ; Sarmiento, M.A. <sup>2</sup> ; Sánchez de Pinto, M.I. <sup>1</sup> ; Paz Martin, D. <sup>3</sup> .....	323
Evaluación de residuos industriales como potencial sustrato de biodigestión anaeróbica Rodriguez, R.; Bailat, F.; Farias, C.; Miño, A. ....	325
Remoción de compuestos fenólicos de la fracción líquida del alperujo Rodríguez, L.A.1; Gil, R.M.1,2, Vallejo, M.D1 .....	327
Suero láctico caprino. Transformación de efluente en bebida láctea fermentada Serrano, G.; Argañaraz, M.; Torales, C.; Frau, F.; Pece, N. ....	329
Polifenoles antioxidantes de desechos de papa industrial: caracterización química y actividad biológica Silveyra, M.X.; Lobato, M.C.; Radicioni M.B.; Valiñas, M.A.; Lanteri, M.L.; Andreu, A. ....	331
Identificación molecular de bacterias nativas productoras de polihidroxialcanoatos en residuos olivícolas Soloaga, M.A. <sup>1</sup> ; Rosso, M.C. <sup>1</sup> ; Spano Cruz, M.A. <sup>1</sup> ; Córdoba P. <sup>1</sup> ; Rojas, N.L. <sup>2</sup> ; Ghiringhelli, P.D. <sup>2</sup> .....	333
Análisis exploratorio de la generación de residuos en un mercado concentrador de frutas y verduras Tarifa, M.S.; Guari S.R.; Sánchez, D.C. ....	335
Una experiencia de gestión colectiva para el tratamiento de los efluentes en la industria de vino Tornello, S. ....	337
Compostaje de la facultad de agronomía de la UNSE. Experiencia de producción, calidad y usos Torres, V.S.; Ybalo, B.; Ruiz, M.; Cabezas, A.; Cáceres, H.; Sánchez, M.C.; González, C. ....	339
Diversificación de la producción de alimentos: cultivo de hongos comestibles utilizando residuos locales (Valle Fértil, San Juan) Vitale Guardia, P.A. <sup>1</sup> ; Fracchia, S. <sup>2</sup> ; Rothen, C. <sup>2</sup> .....	341

## COMISION ORGANIZADORA DEL “II SRAYA NOA y Cuyo” -San Juan 2018-

### COORDINACIÓN GENERAL

Apellido	Nombre	Institución	Provincia
Fabro	Mabel	INTI	San Juan
Monetta	Pablo	INTA	San Juan

### COMITÉ CIENTÍFICO

#### Coordinadores

Apellido	Nombre	Institución	Provincia
Deiana	Ana Cristina	UNSJ-FI	San Juan
Miguel	Roberto Esteban	INTA EEA Chilecito	La Rioja
Paroldi	Emilio	UNSJ-FCEFyN	San Juan

#### Integrantes- Evaluadores

Apellido	Nombre	Institución	Provincia
Babelis	German	INTA	San Juan
Banda Noriega	Roxana	UNICEN	Buenos Aires
Borroni	Virginia	FI-UBA-CONICET	Bs As
Bres	Patricia	INTA	Bs As
Colazo	Juan Cruz	INTA	San Luis
de Bustos	María Eugenia	INTA	Catamarca
Fracchia	Sebastian	CRILAR-CONICET	La Rioja
Fernandez	Gabriela	INTA	Jujuy
Filippin	Ana Julia	UNCa-FACEN	Catamarca
Giménez	Marianela	UNSJ-FI	San Juan
Gonzalez	Celia	UNSE-FAA	Santiago del Estero
Gouiric	Silvia	UNSJ-FI	San Juan
Granados	Dolly	UNSJ-FI	San Juan
Herrero	María Laura	UNSJ-FI	San Juan
Juarez	Julio	INTA	La Rioja
Maldonado	Mariela	UTN-FRM	Mendoza
Mazzarino	María Julia	UNRN	Río Negro
Ortega	Adriana	INTA	Salta
Orden	Luciano	INTA	Buenos Aires
Portocarrero	Rocio	INTA	Tucumán
Raimondo	Emilia	UNCuyo	Mendoza

Ramirez	Daniela	UCCUYO	San Juan
Rizzo	Pedro	INTA	Bs As
Rodriguez	Rosa	UNSJ	San Juan
Sanchez de Pinto	María Ines	UNSE	Santiago del Estero
Sardella	Fabiana	UNSJ-FI	San Juan
Vallejo	Martha	UNSJ-FI	San Juan
Vargas	Eliana	UNCuyo	Mendoza
Zelarayan	Ana	INTA	Salta

## COMITÉ DE COMUNICACIÓN Y ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL

### Coordinadores

Apellido	Nombre	Institución	Provincia
Rodriguez	Laura	UNSJ-FI	San Juan
Rodriguez	Manuel	INTA	San Juan

### Integrantes

Apellido	Nombre	Institución	Provincia
Albarracín	Mariana	UCCUYO	San Juan
Alvarez Ocampo	Sonia	INTA	Catamarca
Baudino	Guillermo	INTI	Salta
Beily	Maria Eugenia	INTA	Buenos Aires
Cabrera	Jesús	INTI	Salta
Cazaux	Nadina	INTI	Buenos Aires
Crespo	Diana	INTA	Buenos Aires
Domanico	Ricardo	INTI	Buenos Aires
Goicoa	Victor	INTI	San Luis
Guari	Sergio	INTI	Jujuy
Macias	Susana	INTA	San Juan
Mattar	Susana	UCCUYO	San Juan
Moyano	Clara	INTA	San Juan
Rodríguez	Daniela	INTA	San Juan
Rousseau	Ivan	INTI	Mendoza
Sanchez	María Cristina	INTA	Santiago del Estero
Sarasua	Anibal	INTA	San Juan
Silva	Sonia Marisa	INTA	San Juan
Sosa	Nicolas	INTA	Córdoba
Tarifa	Mariana	INTI	Jujuy
Vázquez	Sandra	INTA	Salta

### COMITÉ DE LOGÍSTICA

#### Coordinadores

<b>Apellido</b>	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Provincia</b>
Groff	Maria Carla	UCCUYO	San Juan
Ocampo	Yanina	INTI	San Juan
Sardella	Fabiana	UNSJ-FI	San Juan

#### Integrantes

<b>Apellido</b>	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Provincia</b>
Mujica	Maria Fernanda	INTA	San Juan
Cano	Roberto	INTI	San Juan

### COMITÉ DE PRESUPUESTO

#### Coordinadores

<b>Apellido</b>	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>	<b>Provincia</b>
Cornejo	Vanina	INTA	San Juan
Renzi	Laura	INTI	San Juan

## AGRADECIMIENTOS

A quienes organizaron la primera edición en Catamarca allá por agosto de 2016, por abrir el camino, dejar huella y confiar en nosotros para esta segunda edición.

A los miembros del comité organizador del II SRAyA del NOA y Cuyo por sumarse, confiar en la propuesta, dedicar su tiempo, comprometerse y entender que el impacto de estas actividades se intensifica cuando se trabaja en conjunto.

A las instituciones nacionales y provinciales que apoyaron y avalaron la propuesta:

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
- Universidad Nacional de San Juan (Instituto de Ingeniería Química e Instituto de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería) (UNSJ)
- Universidad Católica de Cuyo (UCCUYO)
- Universidad Nacional de Salta (UNSa)
- Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)
- Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)
- Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Mendoza) (UTN-FRM)
- Universidad Nacional de Jujuy (UNJu)
- Instituto Provincial del Agua y Secretaría de Ambiente de La Rioja (IPALAR, SAM)
- Asociación Argentina de Ciencias del Suelo (AACS)
- Gobierno de la Provincia de San Juan (MPyDE, SEADyS, SECITI)

A los auspiciantes del evento:

- AACS. Asociación Argentina de Ciencias del Suelo.
- ALMAR de San Juan.
- Cámara Olivícola de San Juan.
- CPEC. Cámara de Producción, Empaque y Comercio Frutihortícola de San Juan.
- CPIA. Consejo Profesional de Ingenieros y Agrimensores de San Juan.
- DERVinsa. Derivados Vínicos S.A.
- EnviroSG. Environmental Solutions Grupo.
- La Campagnola S.A.C.I.
- Laboratorio de Control de Calidad "Dr. Alberto Graffigna" UCCUYO
- LAPRIQ. Laboratorio de Análisis de Productos Regionales de Ingeniería Química.
- MOTAPÉ S.A.
- PRACMA S.A.
- SChT. Sociedad de Chacareros Temporarios de San Juan.

A los autores que, con sus trabajos y comunicaciones, brindaron nivel al evento y posibilitaron este compilado que muestra la potencialidad en materia de ciencia y técnica existente en la región.

A todos los asistentes por su participación activa durante las conferencias, sesiones de posters y demás actividades del evento.

## PRÓLOGO

En las regiones argentinas del NOA y Cuyo se encuentran en auge las industrias agronómicas como la del aceite de oliva, el vino, fruta y hortaliza, o agropecuaria como la caprina, porcina, avícola o vacuno entre otras. El crecimiento de la actividad industrial conlleva a un aumento no solo de la producción sino también de los residuos, que al no ser correctamente gestionados ocasionan problemas ambientales y por ende para la salud. A ello se le suma el inadecuado uso de los recursos naturales disponibles que suelen afectarse por la mala gestión de los residuos, que provocan el envenenamiento o agotamiento de suelos o de aguas subterráneas y la contaminación atmosférica. Pero estos problemas no son solo exclusivos de esta región, sino que se extienden por todos los rincones industrializados de nuestro planeta. Son muchos los ejemplos de cómo el no actuar para prevenirlos ha tenido negativas implicaciones para el ambiente y para la vida. Pero también son muchos ejemplos que nos enseñan cómo hacer frente y sacar beneficios de los residuos, pasando de ser problemas a ser soluciones. Y este es el sentido y la dirección que la comunidad científica e industrial están tomando con respecto a los residuos, estando hoy en día considerados como subproductos. Así pues, una buena gestión de dichos subproductos puede contribuir al uso de cultivos en zonas con deficiencia hídrica o en suelos con bajo contenido orgánico y microbiano. También puede ayudar a mejorar la industria agropecuaria al posibilitar la formulación de piensos animales, y en general a disminuir los requerimientos energéticos mediante la obtención de combustibles. Pero quizás una de las principales ventajas que ofrece el aprovechamiento de los subproductos es la obtención de compuestos bioactivos que aportan beneficios para la salud al mismo tiempo que facilitan el uso del resto de componentes. Y es con esta filosofía con la que surgió el Simposio de residuos agropecuarios y agroindustriales del NOA y Cuyo que ya se encuentra en su segunda edición, reuniendo a destacados agentes del sector productivo con los organismos públicos de investigación y con la administración gubernamental.

En este foro se pone de manifiesto que el uso adecuado de los subproductos puede mejorar la salud ambiental, animal y humana, ayudándonos a explotar más racionalmente y de forma más sostenible nuestros recursos. Estos son los principios básicos que están cambiando la mentalidad del consumidor y han forzado a la industria alimentaria a avanzar hacia un nuevo concepto de calidad. La calidad ya no sólo se limita al producto final sino a completar una cadena de valor que incluye la gestión de los residuos agroindustriales y agropecuarios. Estos esfuerzos se centran en disminuir el volumen de residuos que genera cada tipo de industria, en buscar y recuperar los componentes bioactivos presentes y en encontrar nuevos usos en agricultura y ganadería que justifiquen en conjunto su aprovechamiento integral.

Claro ejemplo es el de la industria del aceite de oliva. En España, donde se produce casi la mitad del aceite de oliva consumido mundialmente, la aparición de los residuos supuso un verdadero impacto para el ambiente. Esta situación se palió momentáneamente mediante su uso como biomasa en centrales de cogeneración, a pesar de los inconvenientes de esta tecnología. Gracias a la investigación se llegó a detectar y obtener componentes bioactivos y con alto interés a nivel nutricional y funcional, comenzado un aprovechamiento más noble del alperujo, como principal subproducto de la industria del aceite de oliva. La extracción de dichos compuestos está permitiendo por un lado revalorizar al alperujo, y por otro aplicar bioprocesos para llegar, por primera vez, a un aprovechamiento integral sin consecuencias para el ambiente.

Esta experiencia ha marcado una hoja de ruta que se está aplicando a otros sectores y permite profundizar en nuevas tecnologías que incrementen el valor añadido de los

subproductos. La aplicación de macro o microorganismos posibilitan la obtención de nuevos compuestos de interés para la industria, así como la obtención de nuevas fuentes de energía y sustratos para uso en suelos, compost o fertilizantes y en formulaciones de piensos.

Por lo tanto, los residuos, o mejor dicho los subproductos, nos ofrecen un futuro cercano en el que sean considerados como co-productos en el que la cooperación entre los distintos entes del conocimiento y la industria se hace imprescindible. El Simposio de Residuos Agropecuarios y Agroindustriales del NOA y Cuyo, marca un principio de cambio ofreciendo la consolidación de investigadores y productores con el apoyo de la administración pública necesario para que la industria evolucione adecuadamente en post del beneficio de todos.



Dr. Guillermo Rodríguez Gutiérrez  
Investigador CSIC, España

## PALABRAS DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA

Las regiones NOA y Cuyo de Argentina presentan una variada producción agropecuaria y agroindustrial. Bodegas, ingenios azucareros, aceiteras, cultivo y procesamiento de frutas y verduras, que además de transformar materiales biológicos en productos valiosos, generan grandes cantidades de residuos. Las características de estas materias primas hacen que los residuos contengan gran cantidad de material orgánico como proteínas, aceites, carbohidratos, grasas, biocompuestos, etc., los cuales pueden contaminar si no se manejan adecuadamente, pero a su vez son fuente de posibles reprocesos para obtención de nuevos productos transformándose así de residuos en subproductos.

En esta segunda década del siglo XXI, en Argentina y la región, estamos ingresando cada vez más firmemente en el concepto de “economía circular”. Por ello, la incorporación de valor a los residuos aporta tanto al desarrollo de las actividades económicas regionales como a la solución de los problemas ambientales debido a su anadecuada gestión.

En este marco, entidades de ciencia y técnica, empresas, órganos de gobierno de las provincias del NOA y Cuyo, con colaboración internacional de expertos, entendimos que es fundamental ocuparnos del tema y al mismo tiempo dar a conocer las investigaciones y desarrollos en este sentido. Aprovechar materiales residuales de procesos para transformarlos en nuevos productos, tendiendo al desecho cero, es el objetivo.

La organización de este evento, además, nos ha permitido ejercitar la conciencia de lo que se denomina, cultura colaborativa, ingrediente también de la economía circular.

Este Simposio es un verdadero hito de cooperación entre más de 20 actores institucionales y un orgullo para todos quienes trabajamos para su logro.



Ana Cristina Deiana  
IIQ-Fac. de Ingeniería-UNSJ



Mabel Fabro  
INTI –San Juan



## BREVE DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

El simposio de Residuos Agropecuario y Agroindustriales del NOA y Cuyo fue pensado con la finalidad de proporcionar un ámbito de discusión entre instituciones científico-tecnológicas, sectores productivos y áreas gubernamentales, en relación a la gestión integral de residuos agropecuarios y agroindustriales generados en las regiones del NOA y Cuyo, con énfasis en los procesos de valorización, tratamiento, disposición final e implicancias ambientales asociadas a dicha gestión.

La primera edición de este evento se realizó en agosto de 2016 en Catamarca y fue organizada por INTA junto a Universidades Nacionales de Catamarca, Salta, Santiago del Estero y La Rioja, el CONICET, la Asociación Argentina de Ciencias del Suelo (AACS)-Filial NOA y el Gobierno de la Provincia de Catamarca a través de distintos Ministerios y Secretarías. En aquel momento se estableció repetirlo con frecuencia bienal con sede rotativa entre las provincias del NOA y Cuyo, y se decidió San Juan como próxima sede.

En esta segunda edición realizada en San Juan las instituciones organizadoras fueron el INTA, el INTI, las Universidades Nacionales de San Juan, Catamarca, Salta, Jujuy y Santiago del Estero, la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Mendoza), la Universidad Católica de Cuyo (sede San Juan) y el Gobierno de la Provincia de San Juan a través del Ministerio de Producción y Desarrollo Económico, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, y Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación. Además, se contó con el apoyo de la Secretaría de Ambiente y del Instituto Provincial del Agua de la Provincia de la Rioja, y de la Asociación Argentina de Ciencias del Suelo, filial NOA.

Para que la organización fuera posible se conformó un equipo compuesto por más de sesenta profesionales de distintas instituciones pertenecientes a las nueve provincias que conforman las regiones del NOA y Cuyo.

Durante los tres días del evento asistieron un total de 195 personas de distintas provincias del país. Se presentaron cuarenta exposiciones orales y ochenta posters sobre temáticas relacionados a la gestión integral de residuos agropecuarios y agroindustriales. Se contó con la participación de cinco disertantes invitados de destacada trayectoria nacional e internacional en la temática, asimismo se contó la participación de referentes de distintos sectores productivos que fueron invitados para disertar sobre sus experiencias.

A continuación, se muestran algunas fotos representativas del evento.



Participantes del II SRAyA NOA y CUYO



**Miembros del comité organizador presentes al cierre del evento.** Manuel Rodriguez, Anibal Sarasua, Laura Renzi, Laura Rodriguez, Roberto E. Miguel, Fabiana Sardella, Carla Groff, Cristina Deiana, Celia Gonzalez, Mabel Fabro, Pablo Monetta, Roberto Cano, Emilio Paroldi.



**Disertantes invitados.** Eugenio Quaia (Estación Experimental Obispo Colombres Tucumán), Germán Mazza (PROBIEN-CONICET-Universidad Nacional del Comahue), Liliana Borzacconi Vidal (UNR-Montevideo, URUGUAY), Diana Crespo (IMYZA-INTA, Buenos Aires), Guillermo Rodriguez Gutierrez (Instituto de la Grasa-CSIC, Sevilla, ESPAÑA).

## **TRABAJOS COMPLETOS**

Trabajos sobre investigaciones científicas y tecnológicas originales.

Los mismos están ordenados alfabéticamente a partir del apellido del primer autor.

## Valorización de ceras de girasol recuperadas: elaboración de películas comestibles por casting y electrospaying

Chalapud, M<sup>1\*</sup>; Bäumlér, E.<sup>1</sup>, Carelli, A.<sup>1</sup>; Salgado, M. de la P.<sup>2</sup>, Calderón, G.<sup>2</sup>, Morales, E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI), UNS-CONICET, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. \* [mchalapud@plapiqui.edu.ar](mailto:mchalapud@plapiqui.edu.ar)

<sup>2</sup> ENCB-IPN, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Casco de Santo Tomás, C.P. 11340, México D.F., México.

<sup>3</sup> CICATA-Unidad Querétaro, Cerro Blanco No. 141, Col. Colinas del Cimatarío, C.P. 76090, Santiago de Querétaro, Querétaro, México

### Introducción

En el proceso de extracción de aceite de girasol, compuestos menores como las ceras se extraen junto con el aceite. Estas ceras que poseen un alto punto de fusión y una baja solubilidad, tienden a cristalizar a temperatura ambiente, causando turbidez en los aceites refinados [1]. Estos compuestos son separados mediante el proceso de winterización o descerado, el cual involucra cristalización de las ceras y filtración del aceite mediante tierras diatomeas [2]. El residuo generado en este proceso, considerado un desecho industrial, es llamado tierra de filtrado y se compone de tierra filtrante, aceite (50-60%) y ceras [3]. La recuperación y caracterización de las ceras contenidas en este residuo para su posterior aprovechamiento constituye un objetivo principal en el proceso de disminución de la pérdida de estos materiales y su revalorización [4]. Las ceras han sido usadas en la industria alimentaria como protección contra la deshidratación de las frutas durante el almacenamiento [5] y su aplicación en la formulación de emulsiones para la elaboración de películas comestibles para alimentos se ha expandido constantemente [6, 7], debido a que éstas generan una barrera a la transferencia de vapor de agua [8], protegiendo al alimento de deterioros químicos y físicos. Las propiedades funcionales de protección por parte de las películas comestibles son de gran importancia y dependen de la naturaleza y de las características complementarias del material formador (polisacáridos, proteínas, lípidos, etc.) [9]. Estos biomateriales, en la actualidad pueden considerarse como potenciales sustitutos de materiales convencionales [10]. Entre los compuestos formadores de películas más difundidos se encuentra la pectina, la cual tiene la capacidad de formar una matriz polimérica adecuada que reduce la tensión interfacial entre las fases hidrofílicas e hidrofóbicas [11] y además posee características como biodegradabilidad,

biocompatibilidad, comestibilidad, gelificación, permeabilidad selectiva a los gases, etc. [12].

Las formulaciones constituidas por fases hidrofílicas (pectina) e hidrofóbicas (ceras de girasol) se logran mezclar efectivamente mediante el desarrollo de emulsiones, en las cuales el lípido se dispersa en la matriz de soporte generada por proteínas o polisacáridos [6]. Una vez elaborada la emulsión, uno de los métodos más utilizados para la producción de películas es el método casting, en el cual se dispone la solución en una superficie plana, seguida de secado y desprendimiento de la película formada [12]. En la actualidad un método promisorio en la elaboración de películas es la aplicación de una técnica electrohidrodinámica como el electrospaying, la cual consiste en lograr una micro y/o nano estructuración de los materiales electrohidro asperjados, normalmente polímeros naturales o sintéticos, a través de la desestabilización de gotas cargadas eléctricamente [13]. A la fecha este tipo de proceso no ha sido estudiado para la obtención de películas utilizando emulsiones acuosas de pectina y ceras de girasol. Dentro de este contexto, el objetivo de este trabajo es obtener y caracterizar películas comestibles elaboradas por los métodos de casting y electrospaying, partiendo de emulsiones acuosas de pectina de alto y bajo metoxilo y ceras de girasol recuperadas de la industria oleaginosa.

### Materiales y Métodos

#### Elaboración de emulsiones acuosas

Las emulsiones se prepararon hidratando la pectina (2% m/m) en agua destilada hasta disolución completa. Esta solución se colocó en un baño con agitación a 85 °C (temperatura superior al punto de fusión de las ceras). Se adicionó glicerol como agente plastificante (G5516, Sigma-Aldrich, México) a una concentración del 50% m/m (respecto al peso de

pectina) y Tween 20 (10% m/m basado en el contenido de pectina) como surfactante (P1379, Sigma-Aldrich, México). Se elaboraron emulsiones con pectina cítrica de alto metoxilo (P9135, Sigma-Aldrich, México) y bajo metoxilo (LM 104 AS GENU pectin, Dinamarca), adicionando CaCl<sub>2</sub> a una concentración de 1% m/m (respecto al contenido de pectina) a las emulsiones de bajo metoxilo cuando la mezcla alcanzó los 60 °C. Las ceras de girasol recuperadas se añadieron en una proporción de 0,2 g/g de pectina. Las emulsiones fueron homogenizadas por 10 minutos mediante un equipo Ultra Turrax (T25 Basic IKA Labortechnik) a una velocidad de 13000 rpm y manteniendo la temperatura a 85°C. Las soluciones control fueron elaboradas con el mismo procedimiento exceptuando la adición de ceras de girasol y el proceso de homogenización.

### **Caracterización de emulsiones acuosas de pectina y ceras de girasol**

#### **Estabilidad fisicoquímica**

La estabilidad de las emulsiones fue monitoreada usando un TURBISCAN LAB (Formulation, Toulouse, France). Se adquirieron datos de luz transmitida (T) y luz retrodispersada (BS) cada 40 µm, explorando toda la longitud de la muestra (aproximadamente 40 mm). Se obtuvo un patrón de BS en función de la altura de la muestra, de modo que la estabilidad de la emulsión se evaluó mediante el Índice de Estabilidad Turbiscan (TSI), el cual resume todas las variaciones de la muestra y refleja la desestabilización de la misma. Si el valor de TSI es más alto, más fuerte es la desestabilización de la muestra [14]. Para cada emulsión se determinó un TSI Global, el cual fue calculado con el software TurbiSoft con la siguiente ecuación:

$$TSI = \sum_i \frac{\sum_h |scan_i(h) - scan_{i-1}(h)|}{H}$$

Donde scan<sub>i</sub>(h) es el BS promedio para cada tiempo (i) de medición, scan<sub>i-1</sub>(h) es el BS promedio para cada tiempo i-1 de medición y H es la altura de la muestra. Los cambios en la estabilidad de las emulsiones fueron monitoreados por 40 días. Los ensayos de estabilidad fueron realizados por triplicado.

#### **Conductividad eléctrica (σ)**

La determinación de la conductividad se realizó siguiendo el método de resistividad de las dos puntas [15] usando un multímetro (LCR HiTester, HIOKI Modelo 3532-50; Nagano, Japón), con el

cual se registró los datos de resistencia (R) a tres frecuencias diferentes (0,1; 1 y 10 KHz). Los cálculos se realizaron siguiendo la siguiente ecuación:

$$\sigma = (1/R) * (L/A)$$

Donde σ (kΩ<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>) es la conductividad, R (kΩ) es la resistencia medida, L (m) es la distancia entre los dos electrodos y A (m<sup>2</sup>) es el área transversal de la celda.

#### **Propiedades reológicas**

Se determinaron las características reológicas de las soluciones control y emulsiones mediante un reómetro de esfuerzo controlado Discovery Hybrid HR-3 con una geometría de cilindros concéntricos (Diámetro del rotor = 28,02 mm, altura del rotor = 42,2 mm, diámetro del vaso = 30,36 mm, volumen de muestra = 23 mL). Los ensayos fueron realizados por triplicado a 25 °C sin esfuerzo previo. El intervalo de velocidad de deformación usada fue 0,1 - 100 s<sup>-1</sup>.

#### **Películas por casting**

Se pesaron 6 g de las emulsiones previamente elaboradas, se colocaron en cajas de Petri de 10,5 cm de diámetro y fueron secadas a 50 °C durante 15 horas.

#### **Películas por electrospraying**

El desarrollo de películas por electrospraying fue realizado utilizando el equipo y siguiendo el proceso descrito por Gaona Sánchez et al. [16] con algunas modificaciones como la velocidad del actuador lineal (0,667 cm/min), velocidad de rotación y temperatura de calentamiento del tambor giratorio (2 rpm y 60 °C). Se realizaron ensayos preliminares, encontrando las siguientes condiciones de proceso óptimas: Voltaje eléctrico = 7,8 ± 0,5 kV, distancia entre el punto de inyección al tambor = 5 cm, flujo de inyección de la emulsión = 3 mL/h, distancia desde el aire caliente al colector = 2,5 cm. Se obtuvieron películas de aproximadamente 15 x 8 cm<sup>2</sup>. Las películas elaboradas por casting y por electrospraying fueron almacenadas a temperatura ambiente dentro de un desecador con una solución saturada de NaBr (59,7% HR). Las abreviaciones AM y BM se refieren a las muestras elaboradas con pectina de alto y bajo metoxilo, respectivamente sin la adición de ceras. Las muestras nombradas como CPA y CPB denotan la adición de ceras de girasol recuperadas y que se elaboraron con pectina de alto y bajo metoxilo respectivamente.

### Caracterización de las películas comestibles

#### Espesor

El espesor de las películas se obtuvo usando un micrómetro digital marca Mitutoyo ID-C112EXB, el cual fue posicionado en cinco zonas de las películas (una central y cuatro periféricas). Se tomó el valor promedio para cálculos posteriores de permeabilidad y propiedades mecánicas.

#### Permeabilidad al Vapor de Agua (PVA)

Se determinaron gravimétricamente de acuerdo al método ASTM E96 [17] con algunas modificaciones. Las celdas de permeación con agua destilada en su interior (100% HR) se dispusieron en un ambiente con gel de sílice anhidro (0% HR) manteniendo la temperatura a 30 °C. Las películas fueron recortadas para obtener muestras con 3,3 mm de diámetro para luego ser colocadas en la boca de las celdas de permeación. El cambio en el peso de la celda fue registrado cada 1 min en una balanza analítica Denver Instruments TP-214. Los datos de la pérdida de peso fueron usados para calcular la permeabilidad de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$PVA = VTVA \cdot x / \Delta P$$

Donde VTVA se obtuvo de la pendiente de la recta obtenida mediante regresión lineal de los datos experimentales (g/min) dividida el área de permeación (cm<sup>2</sup>), x es el espesor promedio de la película (mm) y  $\Delta P$  es la diferencia de presión de vapor a ambos lados de la película (KPa). Los ensayos fueron realizados por triplicado.

#### Propiedades Mecánicas

Los ensayos mecánicos de tracción se realizaron de acuerdo a la técnica ASTM D882-91 [18], utilizando un texturómetro TexturePro CT V1.6 Build (Brookfield Engineering Labs, USA). Las muestras se cortaron en rectángulos de 25 mm de ancho y 40 mm de longitud. La velocidad de separación de las grampas durante el ensayo fue de 0,3 mm/s. Se reportan los valores de porcentaje de elongación (%E) y tensión de rotura (TS). Los ensayos fueron realizados por triplicado.

#### Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como el valor medio de n determinaciones y fueron acompañados por su desviación estándar. Las diferencias significativas se analizaron mediante ANOVA doble (caracterización de emulsiones) teniendo como factores el agregado de ceras de girasol y tipo de pectina y ANOVA triple (caracterización de películas), teniendo en cuenta

un factor adicional como es el método de elaboración (casting y electrospraying). Se utilizó el software de análisis estadístico InfoStat Versión 2011 [19].

## Resultados y Discusión

### Estabilidad fisicoquímica, conductividad y propiedades reológicas de las emulsiones

En la Figura 1, se muestra el Índice de Estabilidad Turbiscan (TSI) Global de las emulsiones con pectina de alto (CPA) y bajo metoxilo (CPB).

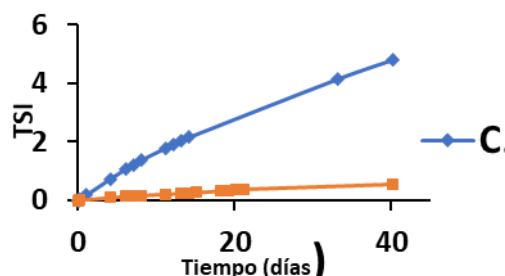


Figura 1. Índice de estabilidad global de las emulsiones con ceras de girasol recuperadas. (CPA: emulsión con ceras y pectina de alto metoxilo; CPB: emulsión con ceras y pectina de bajo metoxilo).

De acuerdo al concepto de TSI, las emulsiones elaboradas con pectina de alto metoxilo fueron más inestables que las desarrolladas con pectina de bajo metoxilo. Lo anterior puede deberse a que el agregado de CaCl<sub>2</sub> en las emulsiones con pectina de bajo metoxilo generó con el tiempo una estructura gelificada debido a la formación de enlaces iónicos a través de puentes de calcio entre grupos carboxilos disociados, conociéndose esta estructura como “caja de huevo” [12]. Esta hipótesis se ve reforzada considerando los valores medios de conductividad que presentaron las soluciones (AM y BM) y las emulsiones (CPA y CPB): AM = 4,26 ± 0,14, BM = 6,33 ± 0,27, CPA = 4,55 ± 0,48 y CPB = 9,20 ± 0,64 x 10<sup>4</sup> kΩ<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>, observándose valores significativamente más altos (p<0,05) en las soluciones y emulsiones elaboradas con pectina de bajo metoxilo como resultado probablemente del agregado de iones de calcio, siendo más notable con el agregado de las ceras de girasol recuperadas.

Respecto a las propiedades reológicas (Tabla 1), las soluciones y emulsiones presentaron un comportamiento no newtoniano del tipo pseudoplástico. Los datos se ajustaron al modelo de la Ley de la Potencia o de Oswald de Weale. Los índices de comportamiento de flujo (n)

estuvieron entre 0,741 y 0,985, siendo más bajos en la solución y emulsión elaboradas con pectina de bajo metoxilo y resultando en valores de viscosidad significativamente más altos ( $p < 0,001$ ). El agregado de ceras resultó en un aumento significativo de la viscosidad en muestras con pectina de alto metoxilo ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 1.** Viscosidad (Pa.s) de las soluciones y emulsiones, obtenida por el Modelo de la Potencia.

Emulsión	Viscosidad (Pa.s)
AM	0,058 ± 0,001
BM	0,202 ± 0,026
CPA	0,098 ± 0,002
CPB	0,231 ± 0,016

### Películas comestibles y su caracterización

Los valores de espesor de las películas se muestran en la Tabla 2. El agregado de ceras generó un aumento significativo del espesor ( $p < 0,05$ ), mientras que factores como el tipo de pectina y método de elaboración no generaron diferencias significativas entre los espesores de las películas.

**Tabla 2.** Espesor (mm) de las películas elaboradas por casting y electro spraying

Películas electro spraying	Espesor (mm)
AM	0,023 ± 0,003
BM	0,018 ± 0,003
CPA	0,031 ± 0,007
CPB	0,026 ± 0,006
Películas casting	Espesor (mm)
AM	0,022 ± 0,003
BM	0,021 ± 0,004
CPA	0,033 ± 0,004
CPB	0,031 ± 0,008

En la Tabla 3, se observa que en general, la velocidad de transferencia de vapor de agua (VTVA) disminuyó con la adición de ceras de girasol recuperadas, debido a su naturaleza hidrofóbica, siendo más significativa dicha disminución en películas elaboradas con pectina de bajo metoxilo por casting y electro spraying ( $p < 0,05$ ). No se obtuvieron diferencias significativas de VTVA entre los dos métodos de elaboración estudiados ( $p > 0,05$ ). En general se observa un aumento de PVA (Tabla 3) con el agregado de ceras, debido al incremento en los valores de espesor y además a las grietas que suelen producirse alrededor de las pequeñas

gotas de cera quizá debido a su baja capacidad de cohesión, lo cual conduce a un aumento en el flujo de vapor de agua a través de la película. Este aumento fue significativo solo en películas elaboradas por casting y con pectina de alto metoxilo ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 3.** Velocidad de transmisión de vapor de agua ( $VTVA \times 10^3$  g/h  $cm^2$ ) y permeabilidad al vapor de agua ( $PVA \times 10^4$  g mm/kPa h  $cm^2$ ) de las películas elaboradas por casting y electro spraying.

Películas electro spraying	VTVA	PVA
AM	9,54 ± 1,24	0,51 ± 0,03
BM	8,29 ± 0,46	0,52 ± 0,04
CPA	8,01 ± 0,40	0,58 ± 0,14
CPB	6,43 ± 0,26	0,40 ± 0,17
Películas casting	VTVA	PVA
AM	9,13 ± 0,42	0,47 ± 0,02
BM	8,86 ± 0,59	0,44 ± 0,06
CPA	8,21 ± 0,83	0,64 ± 0,05
CPB	6,62 ± 0,30	0,48 ± 0,02

Respecto a las propiedades mecánicas de las películas (Tabla 4), se observa que el agregado de ceras y el tipo de pectina generaron diferencias significativas en los porcentajes de elongación (%E) de las películas elaboradas por casting, obteniéndose menor elongación con este agregado y con pectina de alto metoxilo ( $p < 0,05$ ), así mismo el método de elaboración tuvo una influencia significativa en %E de películas sin ceras con pectina de bajo metoxilo ( $p = 0,0075$ ). Respecto a los valores de tensión a la rotura (TS), éstos fueron significativamente mayores en películas elaboradas con pectina de alto metoxilo con y sin el agregado de ceras y en los dos métodos estudiados ( $p < 0,05$ ), pudiéndose considerar más duras y resistentes.

**Tabla 4.** Propiedades mecánicas de las películas elaboradas por casting y electro spraying

Películas electro spraying	%E	TS (MPa)
AM	6,12 ± 1,62	9,08 ± 1,10
BM	5,07 ± 1,72	5,98 ± 1,53
CPA	5,53 ± 1,25	11,68 ± 2,20
CPB	7,53 ± 0,34	6,99 ± 0,56
Películas casting	%E	TS (MPa)
AM	6,32 ± 0,47	7,80 ± 0,58
BM	10,95 ± 1,09	6,06 ± 0,40
CPA	4,79 ± 0,71	8,20 ± 1,23
CPB	6,97 ± 1,02	6,18 ± 0,02

## Conclusiones

Fue posible la incorporación de ceras de girasol, recuperadas del residuo generado en la industria oleaginoso, en la elaboración de películas comestibles mediante electrospinning y casting a partir de emulsiones acuosas de pectina de alto y bajo metoxilo. Se obtuvieron emulsiones con buena estabilidad y con propiedades físicas (viscosidad y conductividad) apropiadas para elaborar películas por ambos métodos (casting y electrospinning). El agregado de ceras en las películas obtenidas, en general, redujo la velocidad de transferencia de vapor de agua y el tipo de pectina influyó en la resistencia mecánica de las películas obtenidas. Los análisis realizados mostraron películas con características satisfactorias para ser aplicadas a alimentos, brindando protección y barrera al deterioro de los mismos y constituyéndose en una alternativa para dar valor agregado a un residuo industrial.

## Referencias

1. Carelli A. A.;Frizzera L.;Forbito P.;Crapiste G. (2002). *Wax composition of sunflower seed oils*. Journal of the American Oil Chemists' Society; 79 763-768.
2. Dorrell Gordon D.;Vick B. (1997). Properties and processing of oilseed sunflower. In: Schneiter A, editor. *Sunflower Technology and Production*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America.
3. Dijkstra A. J.;Segers J. (2007). Production and Refining of Oils and Fats. In: Gunstone FD, Harwood JL, Dijkstra AJ, editors. *The Lipid Handbook*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press. Taylor and Francis Group.
4. Chalapud M.;Baümler E. R.;Carelli A. A. (2017). *Characterization of waxes and residual oil recovered from sunflower oil winterization waste*. European Journal Lipid Science and Technology; 119 1-8.
5. Hagenmaier R. D. (2005). *A comparison of ethane, ethylene and CO<sub>2</sub> peel permeance for fruit with different coatings*. Postharvest Biology and Technology; 37 56-64.
6. Baümler E. R.;Carelli A. A.;Martini S. (2013). *Physical properties of aqueous solutions of pectin containing sunflower wax*. Journal of the American Oil Chemists' Society; 90 (6) 791-802.
7. Chalapud M. C.;Baümler E. R.;Carelli A. A. (2018). *Emulsions of sunflower wax in pectin aqueous solutions: Physical characterization and stability*. Food Research International; 108 216-225.
8. Baldwin E.;Hagenmaier R.;Bai J. (2011). *Edible coatings and films to improve food quality*: CRC Press.
9. Pérez-Gago M. B.;Krochta J. M. (2001). *Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein/beeswax emulsion films*. Journal of agricultural and food chemistry; 49 (2) 996-1002.
10. Debeaufort F.;Voilley A. (1995). *Effect of surfactants and drying rate on barrier properties of emulsified edible films*. International Journal of Food Science and Technology; 30 (2) 183-190.
11. Leroux J.;Langendorff V.;Schick G.;Vaishnav V.;Mazoyer J. (2003). *Emulsion stabilizing properties of pectin*. Food Hydrocolloids; 17 (4) 455-462.
12. Pérez Espitia P. J.;Du W.-X.;Avena Bustillos R. d. J.;Ferreira Soares N. d. F.;McHugh T. H. (2014). *Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties-A review*. Food Hydrocolloids; 35 287-296.
13. Stijnman A. C.;Bodnar I.;Tromp R. H. (2011). *Electrospinning of food-grade polysaccharides*. Food Hydrocolloids; 25 (5) 1393-1398.
14. Formulation SAS. (2014). *LAB Guide User*. L'Union France.
15. Calixto-Rodríguez M.;Sánchez-Juárez A. (2007). *Películas delgadas de SnS<sub>2</sub> preparadas por la técnica de Rocío Pirofítico*. Superficies y vacío; 20 (1) 34-38.
16. Gaona Sánchez V. A.;Calderón Domínguez G.;Morales Sánchez E.;Chanona Pérez J. J.;Arzate Vázquez I.;Terrés Rojas E. (2016). *Pectin-based films produced by electrospinning*. Journal of Applied Polymer Science; 133 (34) 1-10.
17. ASTM. (1995). *Standard test methods for water vapor transmission of materials (E-96-95)*. Annual Book of ASTM Standards Vol 406, American Society for Testing and Materials; Philadelphia, USA.
18. ASTM. (2010). *Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting (D-882-02)*. Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials; Philadelphia, USA.
19. Di Rienzo J. (2009). *InfoStat versión 2009*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; <http://www.infostat.com.ar>.