

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

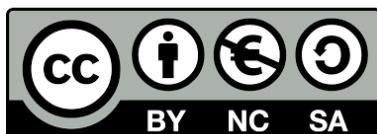
Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-521-982-3

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. ¹ ; Lobo, M.O. ¹ ; Samman, N.N. ¹	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. ^{1,2*} ; Di Barbaro, G. ¹ ; Imhoff, S. ³ ; Gariglio, N. ³ ; González Basso, V. ¹ ; Rizo, M. ¹ ; Espeche, E. ¹ ; Manenti, L. ¹ ; Sasovsky, R. ¹	28
Orujos de vinos tintos de Cafayate como controladores del biofilm bacteriano	
Arreguez M.L. ² Viola C. M. ² Cartagena E. ^{1,2} Arena M. E. ^{1,2}	32
Caracterización de poliuretanos obtenidos a partir de fracciones oleosas de aceite de oliva	
Bagni, M.M. ^{1*} ; Granados, D.L. ¹ ; Reboredo, M.M. ²	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. ^{1*} , Ojeda Feroselle, A.C. ³ , Meneguzzi N. ¹ , Canteros B. I. ² , Rodríguez G. ³	47
Revalorización del guano de gallina y alperujo de oliva, para la producción de biogás	
Carrasco, E. ¹ , Hidalgo, A. ¹ ; Butti, M. ²	51
Valorización de ceras de girasol recuperadas: elaboración de películas comestibles por casting y electrospinning ...	
Chalapud, M. ^{1*} ; Baumler, E. ¹ , Carelli, A. ¹ ; Salgado, M. de la P. ² , Calderón, G. ² , Morales, E. ³	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. ¹ , Baldán, Y. ¹ , Rodriguez, R. ¹ y Mazza, G. ²	64
Producción de biodiesel a diferentes tiempos y temperaturas de reacción y consumo en motor	
García H.J. ¹ ; Saavedra, R.M. ¹ ; Sánchez de Pinto, M.I. ¹ ; Pappalardo, L.A. ²	68
Producción microbiana de carotenos a partir de alperujo	
Ghilardi, C. ^{1,2} , Carelli Albarracín, A.A. ^{1,2} , Borroni, M.V. ³	73
Optimización de la producción de biogás de alperujo pretratado con H ₂ O ₂	
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. ¹ ; Vanin, N. ² ; Reynoso, M. ² ; Attorri, R. ³	85
Alternativas para el aprovechamiento integral de residuos agroindustriales en planta piloto de aceite de oliva Gómez P. ¹ , Ribotta P. ² , Lorenzo E. ³ , Segovia F. ¹ , González Vera C. ¹ , Werning L. ³ , Filippín A. ¹ , Severini H. ² , Alurralde A. ¹	90
Producción de ácido láctico por fermentación de escobajo de uva con <i>R. oryzae</i> Groff, M.C. ¹ , Albarracín, M. ¹ , Kassuha, D.E. ^{1,2} , Gaido, M. ² ; Noriega, S.E. ¹	95
Efecto de la aplicación de vinaza sobre la dinámica de poblaciones microbianas edáficas Hernández Guijarro, K. ¹ ; Portocarrero, R. ² ; Covacevich, F. ^{3,1}	100
Compostaje de estiércol de conejo con cama de gallina ponedora Herrera, A.C. ¹ ; Palavecino, A.C. ¹ ; Sánchez de Pinto, M.I. ¹	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. ¹ , Gatani, M. ² , Pan, E. ¹ , Umlandt, M. ¹ , Brandán, R. ¹ , Medina, J.C. ¹	115
Rendimiento y actividad insecticida contra <i>Sitophilus zeamais m.</i> del aceite esencial de la paja de comino Mansilla, L.A. ¹ ; Quiroga, V. ²	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 α -L-ramnosidasas y exopoligalacturonasas Martín, M.L.; Vallejo, M.; Gouiric, S.	127
Agregado de valor a un residuo de la industria cárnica Martínez, M. ¹ , Reñones, L. ¹ , Rodríguez, L.N. ¹ , Majul, L. ² , García Mansilla, M. ²	131
Fitotoxicidad en <i>Lactuca sativa l.</i> por aplicación de extractos acuosos de compost a base de alperujo Mascareño Varas, M. ¹ y de Bustos, M.E. ²	136
Bioindicadores de calidad de suelos vitícolas bajo diferentes tratamientos agronómicos Medina, E.M. ^{1*} ; Paroldi, H.E. ¹ ; Navas Kaluza, M.Da. ¹ ; Toro, M. E. ¹ ; Vázquez, F. ¹	140
Caracterización de residuos biotrasformados y efectos de diferentes estrategias de aplicación Moisés, J. ¹ ; Martínez, J.M. ^{1,2} ; Galantini, J.A. ^{2,3}	145
Utilización como enmienda de suelos del biosólido residual de la planta de tratamiento de efluentes de una industria tomatera Monetta, P. ¹ ; Sosa, C. ¹ ; Albors, A. ¹ ; Picca, C. ² ; Bustos, L. ¹ ; Mundaca S. ¹ Ruiz, R. ³ ; Babelis, G. ¹	150
Mapa de residuos sólidos y semisólidos de la industria aceitera olivícola de la provincia San Juan Monetta, P. ¹ ; Renzi, L. ² ; Suarez, E. ² ; Cornejo, V. ¹ ; Oviedo, A. ¹	155

Evaluación de la calidad y momento de aplicación al suelo de un efluente porcino crudo y digerido anaeróbicamente	
Mórtola, N. ¹ ; Beily, M.E. ² ; Brieva, M.A. ³ ; Soto, A. ¹ ; Eiza, M. ¹ ; Carfagno, P. ¹ ; Riera, N. ² ; Bres, P. ² ; Rizzo, P. ² ; Brutti, L. ¹	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. ¹ ; Bagni, M. ¹ ; Giménez, M. ¹ ; Ferrá, M. ¹ ; Granados, D.L. ^{1*} ; Reboredo, M. ²	177
Producción de biogás a partir de estiércol vacuno con gliserina y maíz como co-sustratos	
Palavecino, A.C. ¹ ; Herrera, C. ¹ ; Sánchez de Pinto, M.I. ¹ ; Farfán Torres, M. ²	181
Utilización de residuos olivícolas crudos como enmiendas de suelos de olivares	
Paroldi, H.E. ¹ ; Pierantozzi, P. ² ; Monetta, P. ²	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. ¹ ; Gil, R. ² ; Rodríguez, L. ² ; Vallejo, M. ² ; Cornejo, V. ¹ ; Gines, L. ¹ ; Rodríguez Gutiérrez, G. ³ ; Monetta, P. ¹	200
Cinética del proceso de secado de semillas de zapallo y melón de descarte para obtener snacks	
Román, M.C. ^{1, 3} ; Riveros, M.A. ¹ ; Fabani, M.P. ^{2,3} ; Rodríguez, R. ¹	205
Valorización de la corteza de zapallo y sandía de descarte: obtención de harinas no tradicionales	
Román, M.C. ^{1,3} ; Riveros, M. ¹ ; López, S. ² ; Feresin, G. ^{2,3} ; Rodríguez, R. ¹ ; Fabani, M. ^{2,3}	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. ¹ ; Rodríguez, R. ² ; Mazza, G. ³	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. ¹ ; Chumbita, N. ¹ ; Reta, M. ¹ ; Cuesta, G. ^{1,2} ; Monetta, P. ²	228

Perfil metabólico en conejos alimentados con orujo de uva usado en la producción de hongos comestibles Varas, M.M. ^{1*} ; Müller, N. ² ; Martínez, P. ¹ ; Valdez, K.L. ¹ ; Delgado, N. ³ ; Fracchia, S. ³	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. ¹ ; Miguel, R.E. ¹ ; Crespo, D.E. ²	246
Modelo de pirólisis de una partícula de residuos de pistacia vera Zalazar García, D. ¹ , Rodriguez Ortiz, L.A. ² , Rodriguez, R. ³ , Mazza, G. ⁴	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. ¹ , Rodriguez Ortiz, L.A. ² , Rodriguez, R. ³ , Mazza, G. ⁴	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. ^{1a*} ; Soloaga, M.A. ^{1b} ; Córdoba, P.A. ^{1c} ; Rojas, N.L. ^{2a} ; Ghiringhelli, P.D. ^{2b}	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. ¹ ; Santinelli, M. ² ; Guarnieri, G. ³ ; Juncos, H. ³ ; Kratochvil, F. ³ ; Mainini, C. ³ ; Varela, F. ³ ; Montico, S. ¹	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. ¹ ; Prieto, M. ¹ ; Young, B.J. ¹ , Rizzo, P.F. ¹ , Karlanian, M. ² y Crespo, D. ¹	268
Alternativas para el aprovechamiento integral del alperujo Borroni, V. ¹ , Monetta, P. ² , Rodriguez-Gutierrez, G. ³	270
Análisis de los desperdicios vegetales del mercado concentrador Norchichas de Moreno, Buenos Aires Bruno, M. ¹ ; Grenoville, S. ²	272
Cuantificación del descarte y de la segunda calidad de la producción de kiwi del sudeste bonaerense David, M.Á. ¹ ; Yommi, A. ¹ ; Quillehauquy, V. ¹ ; Paz, C. ² ; Sánchez, E. ¹	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. ^{1,2} ; Fernandez, A.S. ² , Martínez, L.E. ¹ , Aguado, G. ¹ , Uliarte, E.M. ¹	287
Composición físico-química de los residuos sólidos orgánicos recuperados de efluentes líquidos de tambo	
García, K. ¹ ; Martino, J. ² ; Picco, J. ¹ ; Gaggiotti, M. ¹ y Taverna, M. ¹	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. ^{1,2,3} ; Affranchino, G. ¹ ; Legrotaglie, A. ¹ ; Lugones, F. ³ ; Ortega, V. ¹ ; Fernandez, I. ¹ ; Buzzacchi, F. ¹ ; de Castro, I. ¹ ; Taret, G. ¹	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. ¹ ; García, K. ² ; Cuatrín, A. ² ; Gaggiotti, M. ² y Taverna, M. ²	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. ¹ y Ahualli, P. ²	310
Uso de compost de cama porcina en sistemas hortícolas	
Ortiz Mackinson, M. ¹ ; Borsini, G. ² ; Carignano, A. ² ; Grasso, R. ¹ ; Valenzuela, O. ³ ; Bonel, B. ⁴	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. ¹ ; Monetta, P. ² ; Rodríguez-Gutiérrez, G. ³	315
Evaluación de compost de residuos porcinos como enmienda, para producción de flores de corte (<i>Helianthus annuus</i>) Riera, N. ¹ ; Barbaro, L. ² ; Karlanian, M. ² ; Cazorla, C. ³ ; Beily, M. ¹ ; Rizzo, P. ¹ ; Crespo D. E. ¹ ; Giuffré, L. ⁴	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. ¹ ; Prieto, M.F. ¹ ; Young, B.J. ¹ ; Bres, P.A. ¹ , Barbaro, L. ² y Crespo, D.E. ¹	321
Compostaje de estiércol en feed lot vacuno y costos relacionados Rodriguez, G.V. ¹ ; Sarmiento, M.A. ² ; Sánchez de Pinto, M.I. ¹ ; Paz Martin, D. ³	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. ¹ ; Rosso, M.C. ¹ ; Spano Cruz, M.A. ¹ ; Córdoba P. ¹ ; Rojas, N.L. ² ; Ghiringhelli, P.D. ²	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. ¹ ; Fracchia, S. ² ; Rothen, C. ²	341

Caracterización de poliuretanos obtenidos a partir de fracciones oleosas de aceite de oliva

Bagni, M.M.^{1*}; Granados, D.L.¹; Reboredo, M.M.²

¹Instituto de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. Av. Libertador 1109 Oeste, San Juan. ²Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA-CONICET).

Universidad Nacional de Mar del Plata. Av. Juan B. Justo 4302. Mar del Plata, Buenos Aires. *e-mail:

mbagni@unsj.edu.ar

Introducción

En los últimos años se ha evidenciado una creciente demanda de productos de origen renovable con el objetivo de brindar soluciones a problemas medioambientales, eliminar o minimizar desechos y aportar alternativas de síntesis de nuevos materiales, debido al agotamiento de las fuentes fósiles. Los recursos renovables pueden proporcionar una alternativa sostenible para sustituir total o parcialmente polímeros a base de petróleo, a través del diseño de polímeros de base biológica que pueden competir o incluso superar los basados en los recursos fósiles. Los recursos renovables más utilizados son polisacáridos (principalmente celulosa y almidón), proteínas y aceites vegetales, siendo estos últimos una de las materias primas más importantes para la producción de materiales poliméricos [1].

El aceite de oliva es un aceite vegetal de uso principalmente culinario que se extrae del fruto recién recolectado del olivo (*Olea europaea*) denominada oliva o aceituna. Casi la tercera parte de la pulpa de la aceituna es aceite, y por esta razón se ha extraído fácilmente con una simple presión ejercida por un primitivo molino (almazara). El 90% de la producción mundial de olivas se emplea en producir aceite. Tan sólo un 2% de la producción mundial se realiza fuera del área del Mediterráneo; España, y en menor medida Italia y Grecia acaparan las tres cuartas partes de la producción mundial [2].

Argentina se sitúa entre los países productores líderes de aceite de oliva y aceitunas de mesa, convirtiéndose en el principal país productor y exportador de América. Abastece el 1% del aceite de oliva consumido en el mundo. En el ranking mundial se encuentra décima en la producción de aceite de oliva.

La industria olivícola en Argentina comprende más de 110.000 hectáreas de campo destinadas al cultivo de olivos, concentradas en las provincias productoras de Mendoza, San Juan (Valle del Tulum, Jáchal y Ullum-Zonda), Catamarca, La Rioja, Córdoba y Buenos Aires, las cuales han incorporado recientemente a la

provincia de Neuquén [3].

Según las estimaciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), San Juan aporta el 22% de la producción Nacional de aceite de oliva [4]. Su clima, agua y suelo son los pilares en que se fundamenta la olivicultura. El clima con sus más de 300 días de sol por año, fija los aromas y sabores, marcando cualidades en los aceites que los hacen especiales. Según el relevamiento realizado en el 2007 la provincia de San Juan cuenta en la actualidad con más de 19.000 ha plantadas de olivos, de las cuales el 68% se destina a la elaboración de aceite. El rendimiento promedio de aceitunas por hectárea es de 10 a 12 toneladas, que devengaría en unos 2.000 kilos de aceite de oliva por ha. Por cada 100 kg de aceitunas procesadas se obtiene 15 kg de aceite y 85 kg de alperujo. Éste último aún contiene entre un 5-8% en peso de aceite [5], el cual puede extraerse con solventes para obtener aceite de orujo de oliva. Es decir que se obtendrían alrededor de 6000 toneladas de aceite de orujo de oliva para refinar por año.

Por otro lado, es difícil estimar la cantidad de aceite de claro de borras y de aceite lampante producida ya que éste último varía con la climatología del año (si la aceituna cae al suelo) y con el avance en el tiempo de la campaña [6].

La situación actual de la actividad olivícola en la provincia de San Juan y la inexistencia de plantas refinadoras de aceite en las zonas aledañas a las industrias olivícolas, han motivado el siguiente trabajo de investigación. Por ello, se propone obtener poliuretanos a partir de fracciones oleosas de aceite de oliva no aptas para consumo humano directo sin previo refinamiento, como así también, caracterizar las muestras obtenidas, con el objeto de encontrar potenciales ventajas de un aceite frente a los otros. Se han llevado a cabo ensayos de flamabilidad, compresión y espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR).

Materiales y Métodos

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron

tres fracciones oleosas no aptas para consumo humano directo: *aceite de orujo de oliva (OO)*, extraído del alperujo con solventes orgánicos, provisto por Olivsan; *aceite claro de borras (CB)*, aquel obtenido por decantación y que ha comenzado a sufrir procesos oxidativos, provisto por Establecimiento 6 Marías y por último, *aceite lampante (AL)*, obtenido al procesar aceitunas en mal estado, dañadas o fuera de su punto óptimo de maduración y cuya acidez es mayor al 2%, proporcionado por la empresa Nucete. Para la reacción de epoxidación con posterior hidrólisis se utilizó ácido fórmico (85% de laboratorios Sintorgan) y agua oxigenada (30% p/p de laboratorios Anedra). Para la reacción de transesterificación se utilizó trietanolamina (TEA >99% de laboratorios Biopack) e hidróxido de Litio (100% de Hach Company).

En la etapa de síntesis de poliuretanos se utilizó 4,4'-difenilmetildiisocianato MDI (Rubinate 1680 de Huntsman Polyurethanes).

Síntesis de polioles verdes

Aceite hidroxilado (ALH, OOH, CBH): Se añadió ácido fórmico y peróxido de hidrógeno a un reactor agitado. El aceite, tal como fue recibido, se agregó gota a gota mientras la temperatura se mantuvo a 40 °C durante 3 horas en un baño termostático. Una vez que la solución alcanzó temperatura ambiente y se separó claramente en dos fases, se recuperó la fase oleosa. La relación en peso de aceite/H₂O₂ utilizada fue de 3,5/1 y la de H₂O₂/HCOOH fue de 1/1,9.

Durante la etapa de hidroxilación, se genera ácido per fórmico a partir de la reacción de ácido fórmico con peróxido de hidrógeno. Luego de incorporar el aceite de oliva se forma un compuesto intermedio con anillos oxirano. Debido a que dicho compuesto es inestable en las condiciones ácidas del medio, los anillos se abren dando origen a la formación de grupos hidroxilo.

Transesterificación de los aceites hidroxilados (ALHT, OOHT, CBHT): Se añadió trietanolamina, aceite de oliva hidroxilado (ALH, OOH, CBH) y como catalizador hidróxido de litio anhidro en un reactor agitado. La relación en peso de los aceites hidroxilados/TEA usada fue 2/1 y el hidróxido de litio añadido fue 0,2% del peso total de los reactivos. La temperatura se elevó a 150 °C en 0,5 h y luego se mantuvo en este valor durante 2,5 horas. Este es un paso de reacción complejo que consiste principalmente en una

transesterificación de las moléculas de triglicéridos con la molécula de TEA.

Después de la etapa de transesterificación, no se llevaron a cabo purificaciones o separaciones posteriores. Debe contemplarse que la glicerina formada contribuye al aumento de los grupos OH después de la segunda etapa de modificación.

Síntesis de Poliuretanos: Se mezclaron los polioles hidroxilados y transesterificados (ALHT, CBHT, OOHT) con diisocianato. La relación molar NCO/OH utilizada en la producción de poliuretanos fue de 1,1. El sistema se agitó manualmente y la mezcla reactiva se colocó en moldes metálicos. La reacción se llevó a cabo a temperatura ambiente, bajo campana durante 30 minutos para asegurar que la polimerización se completara. Cumplido este tiempo las muestras fueron desmoldadas y almacenadas en un desecador para luego ser cortadas a los fines de su caracterización.

Resultados y Discusión

Las muestras obtenidas fueron caracterizadas mediante ensayos de espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), compresión y flamabilidad.

Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR)

Los espectros de las muestras se obtuvieron usando un espectrómetro Nicolet 6700 de Thermo Scientific en modo de absorbancia, operado con una resolución de 2 cm⁻¹, en un rango de trabajo completo de 4000-500 cm⁻¹.

La Figura 1 muestra los espectros obtenidos a partir de los poliuretanos. El análisis de FTIR confirma la presencia de grupos funcionales característicos de los poliuretanos.

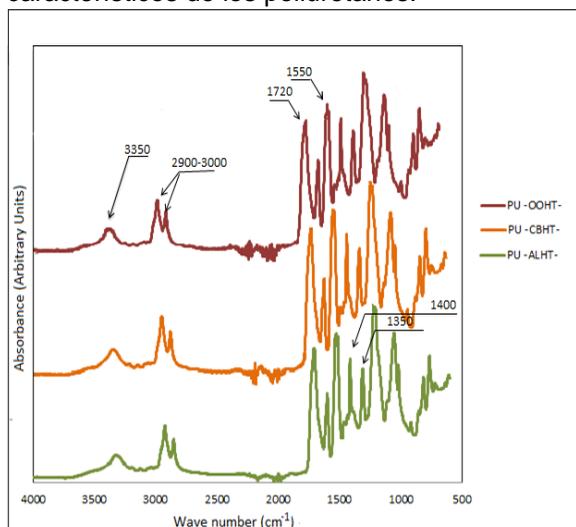


Figura 1. Espectros FTIR de los Poliuretanos obtenidos a partir de los polioles verdes

El pico a 1700-1770 cm^{-1} corresponde al grupo C=O en éster y uretano. La señal obtenida a 3200-3600 cm^{-1} corresponde a la tensión de estiramiento del grupo N-H, mientras que la señal a 1550 cm^{-1} corresponde a la vibración de flexión del grupo N-H en uretano. La señal hallada en 2900-3000 cm^{-1} corresponde a los grupos CH_3 y CH_2 al igual que las señales a 1350 y 1400 cm^{-1} . Además, el espectro FTIR muestra una banda de intensidad débil a 2270 cm^{-1} , debido a grupos isocianato no reaccionados residuales ($\text{N} = \text{C} = \text{O}$) [7].

Ensayo de Compresión:

La compresión uniaxial es uno de los ensayos más usados de caracterización ya que proporciona la relación básica entre esfuerzo-deformación del material, módulo en compresión, tensión de fluencia, etc.

El ensayo de compresión se llevó a cabo en un marco rígido provisto de un flexímetro y un dinamómetro de 80 kg para las muestras de PU OOHT y de PU CBHT y de 300 kg para las muestras de PU ALHT. Para tal fin, se confeccionaron probetas cilíndricas de 30 mm de alto y 15 mm de diámetro (Figura 2). Las mediciones se realizaron por triplicado. Se registró la deformación experimentada en función de la carga aplicada. El ensayo se realizó en la misma dirección en que ocurrió el espumado en las muestras. En la Figura 3 se reporta la deformación promedio para cada material.

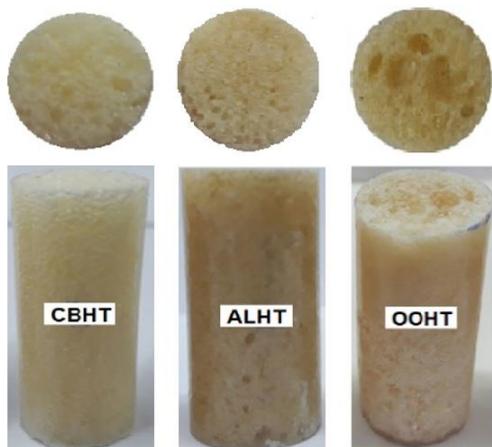


Figura 2. Probetas para ensayo de compresión

El módulo en compresión se calculó a partir de los datos de acuerdo a:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Siendo:

E: módulo en compresión [MPa]

σ : Tensión ejercida sobre el área de la sección transversal [MPa]

ϵ : Deformación unitaria [$\Delta\text{L}/\text{L}$]

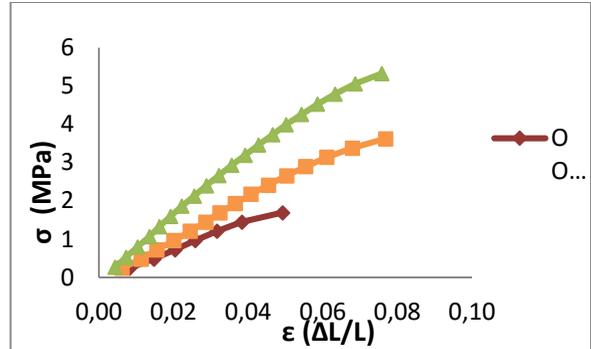


Figura 3. Relación esfuerzo-deformación de los poliuretanos sometidos a fuerza de compresión.

Debido a que las propiedades de compresión de la espuma dependen en gran medida de su densidad aparente [8], se compararon los valores del módulo en compresión hallados con los valores de densidad aparente para cada material.

Tabla 1. Valores de densidad aparente, módulo en compresión y tensión máxima para las espumas poliuretánicas

Muestras	Densidad aparente (kg/m^3)	Módulo en compresión (MPa)	$\sigma_{\text{máx}}$ (MPa)
PU ALHT	405	74	6,1
PU CBHT	326	51	3,6
PU OOHT	262	41	1,7

Se observa una relación directa tanto entre los valores del módulo en compresión hallados con los valores de densidad aparente, como así también entre los valores de $\sigma_{\text{máx}}$ y los valores de densidad aparente. A mayor densidad, mayor $\sigma_{\text{máx}}$. Las muestras de ALHT y CBHT presentan valores similares de deformación al someter las probetas a la carga máxima, mientras que la muestra de OOHT exhibe menor valor de deformación.

A su vez, la densidad es altamente dependiente del tamaño de la celda de espuma. En general, la espuma con mayor diámetro de poro tendrá una menor densidad y viceversa [9]. Del análisis de la Figura 4 y la Tabla 1 se corrobora dicha correspondencia. La muestra OOHT es la que presenta mayor porosidad y menor densidad, la muestra CBHT presenta una porosidad

intermedia y le corresponde a su vez, un valor intermedio de densidad, mientras que la muestra de ALHT es la de mayor densidad y la de menor porosidad.

Ensayo de Flamabilidad:

La espuma rígida de poliuretano es un material con propiedades interesantes tales como baja densidad aparente, estructura de celda cerrada, baja conductividad térmica, baja permeabilidad a la humedad, alta resistencia a la compresión. Se ha utilizado ampliamente en diversos campos, como transporte, refrigeradores, construcción, ingeniería petroquímica, aeronáutica y astronáutica. Sin embargo, es altamente inflamable y libera humos durante su combustión que contienen CO, HCN y otros gases tóxicos lo que constituye una preocupación y restringe su aplicación [10]. Para detener o retardar el proceso de combustión, generalmente se agregan retardantes de llama a los polímeros. Una variedad de mecanismos tales como el retardo en fase gaseosa, el retardo en fase condensada y la disipación del calor de combustión pueden lograr el retraso [11].

Los ensayos de flamabilidad se llevaron a cabo según norma ASTM D635-03. Para ello se confeccionaron probetas de 125 mm de largo, 13 mm de ancho y 3 mm de espesor (Figura 4). Las muestras se acondicionaron a 25°C durante 48 horas. El ensayo se realizó bajo campana de extracción, se registró el tiempo de combustión y la longitud quemada (Figura 5).

Las muestras se ensayaron por triplicado tal como detalla la norma para el caso en que la combustión sea completa (es decir alcance los 75 mm de longitud quemada).

La tabla 2 muestra la velocidad de combustión lineal hallada para cada muestra. En los tres casos hubo desprendimiento tanto de humo negro como de material. Este último causó el encendido instantáneo del algodón colocado debajo según se detalla en la norma (Figura 5).

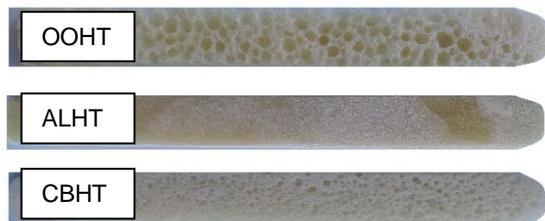


Figura 4. Muestras para ensayo de flamabilidad

Las velocidades de combustión pueden relacionarse con las densidades de los materiales

(Tabla 1 y Figura 4). El OOHT es el material más poroso y presenta la mayor velocidad de combustión. El ALHT es el material menos poroso, de mayor densidad y de menor velocidad de combustión, mientras que el CBHT de porosidad y densidad intermedia, presenta velocidad de combustión intermedia.



Figura 5. Ensayo de flamabilidad

Tabla 2. Resultados de ensayo de flamabilidad

Muestras	Velocidad lineal de combustión (mm/min)
PU ALHT	27
PU CBHT	35
PU OOHT	40

Conclusiones

De acuerdo a los resultados hallados puede concluirse que el poliuretano obtenido a partir de aceite de oliva lampante es el que presenta mayores valores en las propiedades de compresión, ya que tanto su valor de $\sigma_{\text{máx}}$ como de módulo en compresión son los más elevados. Además, este aceite exhibe la menor velocidad de combustión lo cual es una gran ventaja frente a las otras muestras ensayadas. Asimismo, el poliuretano obtenido a partir de aceite de claro de borras presenta propiedades intermedias, mientras que el obtenido a partir de orujo de oliva es el que arrojó menores valores en las

propiedades en compresión y mayor velocidad de
flamabilidad.

Referencias

- [1] Raquez, J.M.; Deléglise, M.; Lacrampe, M.F.; Krawczak, P. (2010) Thermosetting (bio) materials derived from renewable resources: a critical review. *Progress in Polymer Science*. Vol. 35, 487-509.
- [2] Cámara olivícola de San Juan. Aceite de Oliva. Disponible en: <http://www.camaraolivicola.com.ar/aceitedeoliva.html> [acceso Mayo 2018].
- [3] International Olive Council. General description of olive growing in Argentina. Disponible en: <http://www.internationaloliveoil.org/documents/viewfile/6766-argentina> [acceso Mayo 2018].
- [4] Establecimiento OLIVUM. La olivicultura en San Juan. San Juan y su aceite (2018). Disponible en: <http://www.olivumsa.com.ar/noticia/la-olivicultura-en-san-juan/> [acceso Mayo del 2018].
- [5] Doymaz, I.; Gorel, O.; Akgun, N.A. (2004) Drying characteristics of the solid by-product of olive oil Extraction. *Biosystems Engineering*. Vol 88, 213-219.
- [6] Aceituna y aceite (2013) Disponible en: <https://aceitunayaceite.wordpress.com/2013/01/24/el-cuento-del-patito-feo/>
- [7] Członka, S.; Bertino, M.F.; Strzelec, K.; Strąkowska, A.; Masłowski, M. (2018) Rigid polyurethane foams reinforced with solid waste generated in leather industry. *Polymer Testing*. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.05.013>
- [8] Dolomanova, V.; Rauhe, J.; Jensen, L.; Pyrz, R.; Timmons, A. (2011) Mechanical properties and morphology of nano-reinforced rigid PU foam. *Journal of Cellular Plastics*. Vol. 47, 81-93.
- [9] Huang, X.; Qi, J.; Cornelis, F.; Xie, J.; Chen, Y. (2017) Biobased Polyurethane Foam Insulation from Microwave Liquefaction of Woody Underbrush. *BioResources*. Vol 12, 8160-8179.
- [10] Yintao, W. ; Feng, W.; Quanxiao, D.; Mingchen, X.; Peng, L. ; Yanfen, D.; Shimin, Z.; Mingshu, Y.; Guoqiang, Z. (2017) Core-shell expandable graphite @ aluminum hydroxide as a flame-retardant for rigid polyurethane foams. *Polymer degradation and stability*. Vol 146, 267-276.
- [11] Pin-Sheng, W.; Wen-Yen, C.; Leo-Wang, C.; Bar-Long, D.; Trong-Ming, D.; Yie-Shun, C. (1999) Thermal degradation behavior and flammability of polyurethanes blended with poly(bispropoxyphosphazene). *Polymer Degradation and Stability*. Vol 66, 307-315.