



En el marco de la Red Iberoamericana de Investigadores de la AUIP
“Herramientas para una Economía Circular en Procesos Agroindustriales”

LIBRO DE LAS PRIMERAS

JORNADAS IBEROAMERICANAS

SOBRE

HERRAMIENTAS PARA UNA

ECONOMÍA CIRCULAR

EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES





Herramientas para Implementar Economías Circulares en Procesos Agroindustriales

1ª Edición Compendiada

RED Iberoamericana AUIP: Herramientas para Implementar Economías Circulares en Procesos Agroindustriales

AUIP Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (Postgraduate Iberoamerican University association)

100 págs./ pages 1ª Edición/ 1st Ed. Marzo 2023 / March 2023

FECHA CATALOGACIÓN 17/01/2023

ISBN (electrónico/ electronic PDF): ISBN: 978-987-88-7832-4

Compilación / Compilation / Editores/Editors: María del Pilar Buera (coordinadora), Cristina dos Santos Ferreira y Verónica Busch

Apoyo editorial / Editorial support: Liliana Alamilla-Beltrán, Fabiano Freire-Costa, Mónica Nazareno, Luis Alberto Panizzolo, Patricia Risso, Erick Rojas, Sergio Rozycki, Ricardo Villalobos-Carvajal

Contribuciones especiales / Especial contributions: Santiago Romar Kolibrí, Argentina

Diseño / Layout / Diseño web / Web design: Diego Casas www.coolweb.ar info@coolweb.ar

Moderadores de las sesiones: Dra. Ana Mercedes Pérez Carvajal Universidad de Costa Rica; Dr. Oscar Vega-Castro, Universidad de Antioquia, Colombia; Dra. Alejandra Medrano, Universidad de la República, Uruguay; Dr. Franco Vasile, Universidad Nacional del Chaco Austral-CONICET, Argentina; Dr. Luis Alberto Panizzolo, Universidad de la República, Uruguay; Dra. Brenda Camacho, Instituto Politécnico Nacional, México; Dra. Cristina dos Santos-Ferreira FCEN-UBA, Argentina, Dr. Ricardo Villalobos-Carvajal

Apoyo técnico / Technical support: Verónica Busch, Gastón Maraulo, Noelia Fernanda Paz, Melina Lionello, Rocío Corfield, Giuliana Seling, Tatiana Aguirre-Calvo, Maite Gagneten, Guido Rolandelli, Lorena Pepa (todos UBA-CONICET, Argentina)

Derechos reservados conforme a la ley.

1. Análisis Económico. 2. Reciclaje de Residuos. 3. Residuos Agrícolas 4. Desarrollo Sostenible 5. Desarrollo Industrial. 6. Alimentos Saludables 7. Desarrollo Económico y Social

TIPO LIBRO: Electrónico

IDIOMA: Español

TIPO DE OBRA: Compilación

TIPO EDICIÓN: 1 Compendiada

TIPO PÚBLICO: Profesional / académico

FECHA de publicación: 03/2023

Distribución Gratuita disponible en la página WEB: www.riihec.org

Free distribution available in the WEB Page of the network: www.riihec.org

Contacto/ Contact: María del Pilar Buera. FCEN-UBA pilar@di.fcen.uba.ar; pilar.buera@gmail.com

© Las opiniones, conceptos, tablas, gráficas, ilustraciones y fotografías, que hacen parte de cada uno de los capítulos, son responsabilidad exclusiva de los autores.

ISBN 978-987-88-7832-4



INDICE

LISTADO DE AUTORES	7
INTRODUCCIÓN, ENFOQUE Y PROPUESTA.	20
CAPÍTULO 1 Desarrollo sostenible, seguridad alimentaria y economía circular	27
1.1 Hacia una producción circular	28
1.2 Reducción del uso de plásticos derivados del petróleo altamente contaminantes, dentro del concepto de la economía circular.	29
1.3 Estrategias de economía circular para la sustitución de plásticos de un solo uso en empresas de alimentos.	30
1.4 La seguridad alimentaria desde el concepto de gastronomía social.	31
1.5 Estrategias para la seguridad y soberanía alimentaria.	32
CAPÍTULO 2 Envases comestibles y películas biodegradables para evitar la pérdida de alimentos	34
2.1 Uso de residuo agroindustrial de pasta de tomate para el desarrollo de recubrimiento nanoemulsionado que reduzca la partidura en cerezas.	35
2.2 Desarrollo de películas a partir de proteínas de lactosuero con adición de agentes bioactivos.	36
2.3 Uso del suero lácteo como estrategia sostenible para incrementar la bioaccesibilidad de empaques comestibles y alimentos funcionales.	37
2.4 Recubrimientos en frutas y verduras para alargar su vida útil.	38
CAPÍTULO 3 Para cerrar el círculo: Revalorización de subproductos agroindustriales como ingredientes funcionales.	40
3.1 Residuos de la industria olivícola para ingredientes de interes alimentario, cosmético y farmacéutico.	41
3.2 Recuperación de antioxidantes a partir de alperujo empleando métodos amigables con el medio ambiente	42
3.3 Aprovechamiento de subproductos de industrialización de remolacha: desde la molécula al producto	43
3.4 Oportunidades para el aprovechamiento de residuos de frutos rojos.	44
3.5 Desarrollo de productos alimentarios y cosméticos a partir de la borra de café.	45
3.6 El lactosuero como materia prima para el desarrollo de alimentos sustentables y sostenibles.	46
3.7 Quesos Untables y Postres Lácteos a Partir de Lactosuero.	47
CAPÍTULO 4 Aprovechamiento de recursos no maderables de bosques y montes, para fomentar innovaciones de impacto tecnológico y social.	50
4.1 Aspectos ecológicos y tecnológicos de las abejas con y sin aguijón	51
4.2 Manejo del algarrobo en sistemas silvopastoriles: aportes de bienes y servicios	52
4.3 Perspectivas de aprovechamiento de la goma exudada del algarrobo blanco.	53
4.4 Planta de molienda de frutos autoctonos del NOA un camino de construccion conjunta.	54
4.5 Goma espina corona: un hidrocoloide no convencional como modificador de viscosidad y textura.	55
CAPÍTULO 5 Subproductos para aplicaciones farmacéuticas y medicinales.	57
5.1 Obtención de metabolitos de uso farmacéutico o alimentario a partir de plantas mexicanas de interés económico y su caracterización química y funcional.	58
5.2 Encapsulación de lípidos bioactivos en liposomas: desarrollo de ingredientes funcionales para productos lácteos.	59



CAPÍTULO 6 Valorización de recursos regionales, aguas y suelos. Conservación de la biodiversidad.	61
6.1 Utilización integral de la semilla de sésamo negro (<i>Sesamum indicum</i> L.): extracción de aceite y concentrados proteicos con propiedades funcionales.	62
6.2 Aprovechamiento integral de agave.	63
6.3 Yacón, un cultivo andino ancestral con potenciales beneficios para su consumo.	64
6.4 El medio marino como fuente de sustancias con actividad antimicrobiana, antioxidante y/o surfactante.	65
6.5 Mejoramiento de suelos mediante residuos vegetales biofertilizantes y bioestimulantes para la producción hortícola nutricionalmente mejorada.	67
CAPÍTULO 7 La biotecnología como herramienta esencial de la economía circular.	69
7.1 Procesos de separación para aplicación en biotecnología de recuperación de bioproductos a partir de desechos de la agroindustria.	70
7.2 Antioxidantes, antimicrobianos y enzimas de frutas tropicales silvestres: caracterización químico-biológica y posibles aplicaciones.	71
7.3 Valorización de subproductos de soja, utilizando procesos enzimáticos y con bajos requerimientos energéticos.	72
7.4 Hidrólisis enzimática de galactomananos como alternativa para ampliar el potencial de gomas de fuentes regionales.	74
7.5 Formulación de un producto no-lácteo usando un nuevo ingrediente conteniendo probióticos. Caracterización química, física, nutricional y organoléptica.	75
CAPÍTULO 8 Procesos sostenibles y herramientas verdes para optimización y caracterización de materiales.	77
8.1. Pretratamientos para la mejora del rendimiento de bioetanol de segunda generación.	78
8.2. Perspectivas para el empleo de extracciones amigables con el medio ambiente.	80
8.3. Extractos supercríticos de hojas de olivo: optimización de la actividad antioxidante y caracterización.	82
8.4. Extrusión para la valorización de alpiste, sorgo, quínoa y mijo en el desarrollo de alimentos innovadores.	83
8.5. Producción Sostenible de Helados.	84
8.6. Carne in vitro como alternativa para reducir los impactos negativos de la cadena productiva de la carne.	85
8.7. Efecto del secado en las propiedades del bagazo cervecero para la elaboración de alimentos funcionales.	86
8.8. Obtención de hidrógeno a partir de barros residuales.	88
8.9. Determinación de capacidad antioxidante en alimentos por métodos electroquímicos.	89
8.10. Microscopía y espectroscopia como herramientas para el entendimiento de la microencapsulación.	90
8.11. Quimiometría y análisis multivariado aplicados a la caracterización de materiales autóctonos.	91





EXACTAS **UBA**

LISTADO DE AUTORES

Abirached Alonzo Cecilia

La Dra. Abirached Alonzo se desempeña como Profesora Adjunta (DT) en la UDELAR, donde realiza tareas de docencia, investigación y gestión. Preside la Asociación de Ingenieros Alimentarios de Uruguay (AILU). Sus líneas de investigación son las propiedades funcionales de proteínas, obtenidas a partir de subproductos industriales y las propiedades antioxidantes y funcionales de semillas de sésamo y de salvado de arroz.

Lugar de trabajo: departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República Uruguay (UDELAR), Montevideo. Uruguay.
abirached@fq.edu.uy

Aguirre-Calvo-Costa Tatiana

La Dra. Aguirre-Calvo es investigadora postdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Desarrolla su postdoctorado bajo la dirección del Dr. Patricio Santagapita y de la Dra. Mercedes Perullini, ambos Investigadores Independientes de CONICET y profesores de la UBA. Su línea de trabajo es la encapsulación de bioentidades en hidrogeles Ca(II)-alginato: estudio de estabilidad en procesos industriales e influencia de la microestructura.

Lugar de trabajo: CIHIDECAR (UBA-CONICET) Centro de Investigaciones en Hidratos de Carbono. Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires (UBA). Buenos Aires. Argentina.
traguic@gmail.com

Alamilla Beltrán Liliana

Alamilla Beltrán Liliana realizó el Doctorado en Ciencias, especialidad en Alimentos en el Instituto Politécnico Nacional de México (IPN). Es docente de la Licenciatura e Ingeniería bioquímica de dicho instituto. Sus líneas de trabajo son el desarrollo de matrices microestructuradas por encapsulación a partir de productos biológicos y de matrices de biopolímeros y compuestos bioactivos de origen vegetal microestructurados a través de secado por aspersión

Lugar de trabajo: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-

Instituto Politécnico Nacional de México (IPN). México. liliana.alamilla@gmail.com

Arenas Ocampo Martha Lucía

Arenas Ocampo Martha Lucía obtuvo el título de Doctorado Nivel SNI: 1 y se desempeña como Investigadora del Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), Yautepec, Morelos-México. Ha generado patentes y desarrollos tecnológicos. Sus líneas de investigación se enmarcan en la biotecnología vegetal y el desarrollo de procesos e involucran la obtención de metabolitos de uso farmacéutico o alimentario a partir de plantas mexicanas de interés económico y su caracterización química y funcional.

Lugar de trabajo: Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del el Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), Yautepec, Morelos-México
arenasocampoml@gmail.com

Ávila Reyes Sandra Victoria

La Ingeniera Bioquímica Ávila Reyes realizó estudios la Maestría y Doctorado en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN)IPN. Actualmente se desempeña como Investigador del Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del IPN, Yautepec, Morelos-México. Sus líneas de investigación en biotecnología vegetal y biotecnología de Alimentos son la microencapsulación de probióticos y prebióticos.

Lugar de trabajo: Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del el Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), Yautepec, Morelos-México
sandra_victory@yahoo.com

Balbi María del Pilar

Balbi María del Pilar es Ingeniera Química y Docente de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Es también docente de la Universidad Católica Argentina y del Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Actualmente es becaria doctoral de la UBA y su trabajo de investigación es sobre pretratamientos de material lignocelulósico para producción de bioetanol de segunda generación.



Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina.

Buera María del Pilar

Buera María del Pilar es la Coordinadora de la Red Iberoamericana de Investigadores de la AUIP "Herramientas para una Economía Circular en Procesos Agroindustriales". Es Dra. en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires y actualmente es Investigadora Superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina y Profesora Titular en el Departamento de Química Orgánica (UBA), área Química de Alimentos. Ha publicado numerosos trabajos, formado recursos humanos y dirigido numerosos proyectos. Es directora de la Maestría en Bromatología y Tecnología de la Industrialización de Alimentos. Sus líneas de trabajo son: el aprovechamiento de cereales subvalorados para la producción de alimentos laminados y extrudados, el estudio de los inhibidores naturales de oxidación y glicosilación provenientes de subproductos vegetales y de las bases de los procesos de vitrificación, deshidratación y congelación. También trabaja en la caracterización, estabilización y manejo del color en alimentos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina.

pilar.buera@gmail.com

Busch Verónica

Busch Verónica es Doctora en Química Industrial de la Universidad de Buenos Aires. Es Investigadora Asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Realizó pasantías de investigación en Suiza, Eslovenia y Uruguay. Actualmente es Profesora Adjunta de la Cátedra Nutrición y Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), Argentina. Sus líneas de trabajo son las piedadades fisicoquímicas, reológicas, térmicas y funcionales de ingredientes novedosos (a partir de frutos autóctonos) y el estudio de mieles en relación con el origen geográfico y botánico.

Lugar de trabajo: Laboratorio de Investigación y Servicios Apícolas, Facultad de Bromatología UNER Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.

veronica.busch@uner.edu.ar

Calderón Leonardo

Calderón Leonardo es Licenciado Químico, por la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Actualmente realiza la maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (UNL). Se desempeña como docente y es responsable de laboratorio en materias de Tecnología y Química de Alimentos y en el posgrado sobre Productos Lácteos. Su línea extracurricular de investigación es estudiar la influencia de hidrocoloides en las características fisicoquímicas, texturales, reológicas y sensoriales de postres lácteos funcionales y su comparación con gomas importadas.

Lugar de trabajo: Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

leo_caldera@hotmail.com

Camacho-Díaz Brenda Hildehiza

Camacho-Díaz Brenda Hildehiza realizó el Doctorado en Ciencias con Especialidad en Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB)-Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. Se desempeña como Docente-Investigadora de tiempo completo y como Jefe del Laboratorio de Microscopía e Imagenología del Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del IPN, Yauhtepec, Morelos-México. Sus línea de investigación dentro de la ingeniería de alimentos y los alimentos funcionales, son la morfometría de materiales biológicos, el análisis de imágenes, la geometría fractal y la microscopía.

bhcamachod@yahoo.com.mx

Campos Carmen Adriana

Campos Carmen Adriana es Dra. en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Cumple tareas como Profesora Asociada del Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA y como Investigadora Principal del del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Se desempeña como Vice-directora del Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ). Sus líneas de trabajo son la selección y optimización del empleo de



preservadores en alimentos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina.

carmen_campos12@yahoo.com.ar

Carvalho Silva Allana

Carvalho Silva Allana es Licenciada en Farmacia por la Facultad de Ciencias Médicas de la Salud, Juiz de Fora (FCMS / JF-Suprema). Realiza su tesis doctoral (becaria CAPES), dirigida por la Dra. Mirian Rodarte, en el Laboratorio de Tecnología e investigación en Alimentos, Universidad Federal de Juiz de Fora (UFJF). Su tema de trabajo son los productos activos naturales y sintéticos.

Lugar de trabajo Facultad de Farmacia. Universidad Federal de Juiz de Fora, Brasil.

Cassanello Fernández Miryam

Cassanello Fernández Miryam es Doctora de la Universidad de Buenos Aires, área Ciencias Química (orientación industrial) de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Se desempeña como Profesora Asociada en el Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) y como investigadora Principal CONICET en el ITAPROQ. Ha publicado numerosos trabajos, formado recursos humanos y dirigido numerosos proyectos. Es directora del Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). Sus líneas de investigación están orientadas a la optimización e intensificación de procesos que involucran reactores multifásicos y el tratamiento de efluentes urbanos e industriales.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina.

miryan@di.fcen.uba.ar

Castello Branco de Andrade Gonçalves Édira

Castello Branco de Andrade Gonçalves Édira realizó la Maestría y el Doctorado en Química en la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Rio), Brasil y estudios posdoctorales en

la Universidad de Granada, España. Actualmente es Profesora titular del Departamento de Ciencia de los Alimentos de la Escuela de Nutrición de la Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro (UNIRIO) y ha sido Coordinadora del Programa de Posgrado en Alimentos y Nutrición de dicha universidad. Es responsable del Laboratorio de Bioactivos (LabBio / UNIRIO) y de proyectos de cooperación con España y China. Sus líneas de trabajo son los alimentos funcionales, el control físico-químico de alimentos., el aprovechamiento de residuos, los biofertilizantes y la educación nutricional de niños autistas.

Lugar de trabajo Laboratorio de Bioactivos (LabBio / UNIRIO), Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro, Brasil.

ediracba.analisedealimentos@unirio.br

Céspedes-Acuña Carlos Leonardo A.

Céspedes-Acuña Carlos Leonardo A. es Doctor en Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Chile. Realizó postgrados en la Pontificia Universidad Católica de Chile y en la Universidad de Concepción, Chile, Se desempeña como Profesor e Investigador Titular, Académico Jornada Completa en la Universidad del Bio-Bio, Chillan, Chile. Sus líneas de trabajo son la obtención de productos naturales bioactivos, nutracéuticos, antioxidantes, prooxidantes, el diseño de nuevos métodos para la obtención de concentrados micro encapsulados de antocianinas a partir de cultivares de frutos de la región, el estudio de la actividad inhibitoria de enzimas, inhibición de crecimiento de hongos y bacterias, la búsqueda de biopesticidas y herbicidas.

Lugar de trabajo: Departamento Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias, Universidad del Bio-Bio, Chillan, Chile. cespedes.leonardo@gmail.com

Contreras Calderón José del Carmen

Contreras Calderón José del Carmen es Ingeniero de Alimentos de la Universidad de Pamplona (Colombia) y Doctor en Tecnología y Calidad de los Alimentos por la Universidad de Granada (España). Se desempeña como Profesor Titular de la Universidad de Antioquia, Colombia, también es integrante del Grupo de Investigación Biotecnología de Alimentos (BIOALI). Su investigación se enfoca en el efecto del procesado de alimentos, reacción de Maillard, calidad nutricional, contaminantes, desarrollo de productos, aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria y evaluación de la capacidad



antioxidante en alimentos, entre otros.

Lugar de trabajo: Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias de la Universidad de Antioquia, Colombia. jose.contreras@udea.edu.co

Corfield Rocío

Corfield Rocío es Licenciada en Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina). Realiza su doctorado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA con una beca del CONICET (Argentina) bajo la dirección de la Dra. Carolina sobre el tema aprovechamiento integral de frutos rojos. Es docente del Departamento de Química Orgánica en el área de Alimentos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. rocio.corfield@gmail.com

Cortez-Latorre Juan Diego

Cortez-Latorre Juan Diego es Ingeniero Agropecuario de la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE de Ecuador y Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos y Especialista en Ciencia y Tecnología de la Leche y Productos Lácteos de la Universidad Nacional del Litoral (UNL, Argentina). Realiza el Doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, y se desempeña como docente en la Facultad de Ingeniería Química de la UNL. Realizar servicios especializados en análisis de productos lácteos, asesoramiento en desarrollo de productos y mejora de procesos, formulación y evaluación de proyectos de fomento productivo a nivel internacional.

Lugar de trabajo Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina). ju_diecor@hotmail.com

Cortes Jaramillo Juan Pablo

Cortes Jaramillo Juan Pablo es estudiante de Ingeniería de Alimentos en la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Participa en el Semillero Investigación Biotecnología de Alimentos (BIOALI), Universidad de Antioquia, Colombia.

Lugar de trabajo: Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

juanp.cortes@udea.edu.co

Cuffia Facundo

Cuffia Facundo es Doctor en Tecnología Química por la Universidad Nacional de Litoral (UNL) y se desempeña como Profesor Adjunto Exclusivo e Investigador de la misma dicha universidad. Actuó como Vicedirector del Programa de Alimentos de Interés Social de la UNL y como miembro de los Comités Académicos de la Maestría y Doctorado en Alimentos (FIQ-UNL). Cuenta con vasta experiencia en relación con la industria, en temáticas relativas al análisis sensorial de alimentos, ciencias del consumidor, formulación de alimentos y ciencia y tecnología de la leche y productos lácteos.

Lugar de trabajo Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Litoral, Santa Fe, Argentina. fcuffia@unl.edu.ar

Chiralt Amparo

Chiralt Amparo es Dra. en Química y Catedrática de Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España. Ha sido incluida en la lista de los "Highly Cited Researchers" (HCR, 2018), área Agricultural Science. Ha sido Vicerrectora de Postgrado y de Investigación en la UPV y es directora de la Escuela de Doctorado. Ha sido colaboradora/gestora del Plan Nacional (España) de Investigación (área de Alimentos). Sus líneas de trabajo el desarrollo de materiales biodegradables activos (antioxidantes/antimicrobianos) para el envasado de alimentos, mediante el uso de fuentes renovables y la reducción del uso de los plásticos derivados del petróleo altamente contaminantes, dentro del concepto de la economía circular. dchiralt@tal.upv.es

de Escalada Plá Marina

de Escalada Plá Marina es Dra. en Química, área Industrias, de la Universidad de Buenos Aires (UBA) e Ingeniera Química de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Buenos Aires, Argentina. Se desempeña como Profesora Adjunta en el Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) y como investigadora Independiente CONICET en el ITAPROQ. Ha publicado numerosos trabajos, formado recursos humanos y dirigido numerosos proyectos. Es Directora de la Carrera de Especialización en Biotecnología Industrial de la INTI-FCEN- UBA. Sus líneas de trabajo son la bioconversión



de subproductos agroindustriales en insumos conteniendo probióticos y el desarrollo de alimentos funcionales, mediante tecnologías sustentables.

marinadeescalada@gmail.com

dos Santos Ferreira Cristina

dos Santos Ferreira Cristina es Doctora en Química, área Industrias, de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y Licencianda en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la UBA. Desarrolla tareas de investigación y docencia con en el área de Química de los Alimentos del Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Se desempeña además como Profesora Adjunta en el Ciclo Básico Común de la UBA y como Profesora Adjunta en la Carrera de Especialización en Biotecnología Industrial de la INTI-FCEN-UBA. Sus líneas de trabajo son el estudio de los aspectos fisicoquímicos y termodinámicos de la inclusión molecular en ciclodextrinas, el estudios de interacciones supramoleculares durante la encapsulación de bioactivos y las aplicaciones de tecnologías verdes para la extracción de compuestos antioxidantes, colorantes o estabilizantes a partir de fuentes vegetales renovables mediante tecnologías sustentables

Lugar de trabajo: Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. cdossantos@qo.fcen.uba.ar

Farroni Abel

Farroni Abel es Doctor en Química, área Industrias, de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y Bioquímico de la Universidad Nacional de Rosario. Se desempeña como Investigador en Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino y como Profesor en la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Lugar de trabajo: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Argentina. afarroni@gmail.com

Freire-Costa Fabiano

Freire-Costa Fabiano realizó la Licenciatura en Química y la Maestría y Doctorado en Ciencias de la Alimentación en la Universidad Federal de Juiz de Fora . Actualmente es Profesor

Adjunto de la, Facultad de Farmacia, Universidad Federal de Juiz de Fora - Minas Gerais - Brasil. Sus líneas de investigación son el estudio y formulación de productos lácteos funcionales, microestructura láctea especialmente helados.

Lugar de trabajo: Departamento de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad Federal de Juiz de Fora - Minas Gerais - Brasil. fabianofreirecosta@gmail.com

Gagneten Maite

Gagneten Maite es Doctora de la Universidad de Buenos Aires en el área Química Industrial y Licencianda en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la misma universidad. Es docente del Departamento de Química Orgánica (UBA) en el área de Alimentos. Actualmente realiza su trabajo posdoctoral con una beca del CONICET en el Instituto de tecnología de Alimentos y Procesos Químicos, ITAPROQ, bajo la dirección de la Dra. Carolina Schebor sobre aplicaciones de la tecnología de campo eléctrico pulsado (PEF) en particular para modificación de almidones para formular alimentos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. mgagneten@gmail.com

Galvagno Miguel

Galvagno Miguel es Investigador principal de CONICET, experto en microbiotecnología de levaduras. Ha publicado numerosos trabajos de revistas internacionales del área de microbiología industrial. Además de su trayectoria académica, contribuyó 7 años en la industria de levaduras. Su línea de trabajo es la bioconversión de residuos sólidos urbanos en etanol por levaduras acondicionadas.

Lugar de trabajo: Instituto de Micología y Botánica (INMIBO) CONICET-UBA.. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. mag@di.fcen.uba.ar

García Daniela Celeste

García Daniela Celeste es investigadora asistente de Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina), dirigida por la Dra. Mónica Nazareno. Es Doctora en Ciencias Biológicas y



Licenciado en Biotecnología. Sus temas de trabajo son el estudio de antioxidantes extraídos de subproductos agroindustriales para su aplicación a la alimentación animal.

Lugar de trabajo: Instituto de Ciencias Químicas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.

Gliemmo María Fernanda

Gliemmo María Fernanda es Doctora en Ciencias Químicas, área Industrias, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA. Se desempeña como Profesora Adjunta de la Carrera de Lic. en Ciencia y Tecnología de Alimentos (FCEyN, UBA). Es además Investigadora Independiente del CONICET. Allí trabaja desde 1997 en el Laboratorio de Optimización de la Calidad de Alimentos Procesados, Sus líneas de investigación son el desarrollo y el estudio de la preservación de alimentos dietéticos mediante el empleo de aditivos naturales.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. quimsol@yahoo.com

Gonzalez Chelo

Gonzalez Chelo es catedrática de Universidad en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y Subdirectora del Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, España. Ha sido coordinadora de Master en Gestión y Seguridad Alimentaria y directora del programa de Doctorado en Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria de la UPV. Sus líneas de investigación son el desarrollo y caracterización de recubrimientos y envases comestibles/biodegradables con antimicrobianos naturales para su aplicación en la conservación de alimentos con la encapsulación de compuestos activos y el desarrollo y caracterización de productos fermentados derivados de leches vegetales. cgonza@tal.upv.es

Granda Restrepo Diana María

Granda Restrepo Diana María es Doctora en Ciencias, y es Magister en Biotecnología y Profesional en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Antioquia, Colombia. Se desempeña como docente e investigadora en el programa Ingeniería de Alimentos de la misma universidad. Es coordinadora del grupo de Investigación BIOALI y Categoría A

en Minciencias, Colombia. Sus líneas de Investigación son el desarrollo de envases activos e inteligentes para alimentos y la valorización de residuos agroalimentarios.

diana.granda@udea.edu.co

Gutiérrez López Gustavo Fidel

Gutiérrez López Gustavo Fidel realizó el Doctorado en Food Engineering, en la Universidad de Reading, Inglaterra. Se desempeña como Profesor Titular de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN). IPN, en Ingeniería de Alimentos. Ha publicado numerosos trabajos y varios libros. Ha recibido numerosos galardones en su carrera científica, como el Life time Achievement Award. Sus líneas de investigación son el estudio de la microestructura de productos deshidratados y calidad alimentaria, la estructura molecular de materiales estructurantes de alimentaria y la definición de las variables ingenieriles de procesos como son los del secado por aspersión. ggutierrezl@ipn.mx

Hoyos Arbeláez Jorge Andrés

Hoyos Arbeláez Jorge Andrés es químico y Doctor en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias de la Universidad de Antioquia (Colombia). Actualmente se desempeña como investigador postdoctoral y docente de la misma universidad Es integrante del Grupo de Investigación Biotecnología de Alimentos (BIOALI). Sus líneas de investigación son los Sensores electroquímicos y el estudio de la capacidad antioxidante mediante técnicas electroquímicas en diferentes matrices alimentarias.

Lugar de trabajo: Departamento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias de la Universidad de Antioquia, Colombia. jandres.hoyos@udea.edu.co

Jiménez Aparicio Antonio Ruperto

Jiménez Aparicio Antonio Ruperto ha realizado estudios de Maestría y Doctorado en el Instituto Politécnico Nacional de México (IPN). Se desempeña como Investigador del Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del IPN, Yautepec, Morelos-México.

Ha realizado formación de recursos humanos y produjo numerosos desarrollos tecnológicos y transferencia al sector productivo para mejorar la producción de ingredientes alimentarios de origen vegetal. Sus líneas de investigación



son la biotecnología vegetal, la producción de metabolitos de interés farmacéutico y el estudio de la morfología por microscopía e imagenología digital.

Lugar de trabajo: Centro de Productos Bióticos (CEPROBI) del IPN, Yautepec, Morelos-México.

Antonio Jiménez-Aparicio arjaparicio@gmail.com

Kildegard Gustavo

Kildegard Gustavo es Licenciado en Ciencias. Químicas. Realiza su doctorado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA con una beca del CONICET (Argentina) bajo la dirección de la Dra. Miryam Cassanello Fernandez. Su tema de trabajo es la optimización de los pretratamientos de residuos municipales para producir bioetanol de segunda generación y revalorización de lignina.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. gustavo.kildegard@gmail.com

Lionello Melina Elizabeth

Lionello Melina Elizabeth es Ingeniera en Alimentos de la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Realiza su doctorado en la Universidad de Buenos Aires con una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina) bajo la dirección de la Dra. Florencia Mazzobre, Investigadora Independiente de CONICET y profesora Adjunta de UBA. Sus temas de investigación son el estudio de alternativas ecológicas para la recuperación y conservación de compuestos bioactivos de fuentes vegetales para la producción de ingredientes naturales o alimentos enriquecidos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. melina.lionello@gmail.com

Maraulo Gastón E.

Maraulo Gastón E. es Licenciado en Ciencia y Tecnología de Alimentos y Docente Universidad Nacional de Lanús, Argentina. Realiza su doctorado en la Universidad de Buenos Aires con una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina) bajo la dirección de la Dra. Florencia Mazzobre, Investigadora Independiente de CONICET y profesora Adjunta de UBA y la codirección de la Dra. Cristina dos Santos-Ferreira, docente-investigadora del departamento de Orgánica, (UBA). Sus temas de investigación son la micro y nanoencapsulación para mejorar la obtención y estabilización de antioxidantes de fuentes vegetales.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. gaston.maraulo@hotmail.com

Martínez Verónica

Martínez Verónica es Licenciada en Ciencias Biológicas. Fue becaria en la Academia Nacional de Medicina (Buenos Aires, Argentina) y actualmente es becaria e investigadora del Ministerio de Defensa (Buenos Aires, Argentina) para dedicarse a las energías renovables en un proyecto para obtener gas hidrógeno como fuente de energía limpia.

Lugar de trabajo: Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa – CITEDEF, Buenos Aires, Argentina.

Medrano Alejandra

Medrano Alejandra es Doctora en Química de Facultad de Química de la Universidad de la República de Uruguay (UDELAR). Se desempeña como Profesora Adjunta de la misma Universidad donde desarrolla tareas de docencia e investigación. Ha sido nombrada Presidenta de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ALACCTA). Sus líneas de investigación son la valorización de subproductos de la industria agroalimentaria, el desarrollo de micro y nanovehículos de péptidos bioactivos y la obtención de compuestos bioactivos para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles incorporados en alimentos funcionales.



Lugar de trabajo: Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Uruguay. medranoalejandra@gmail.com

Monsalve Luisa

Monsalve Luisa es Ingeniera y participa en el Grupo-Semillero de Investigación Grupo de Investigación Biotecnología de Alimentos (BIOALI), Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Lugar de trabajo: Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. luisa.mosalve@udea.edu.co

Montellano Natalia

Montellano Natalia es Doctora en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Es directora de la carrera de Ing. en Biotecnología en la Universidad Católica Boliviana San Pablo en Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Obtuvo una beca de la UNESCO de OWSD Early Career Fellowship para investigadoras jóvenes en países en desarrollo y es directora del proyecto "Tropical fruits study: organoleptic and nutritional characteristics" TWAS, UNESCO.. Es consejera de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Líneas de investigación son el estudio de las interacciones de biopolímeros en alimentos, producción de enzimas y de la extracción de bioactivos de frutos tropicales.

Lugar de trabajo: Universidad Católica Boliviana San Pablo en Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. natalia.montellano@gmail.com

Murillo González Laura

Murillo González Laura es Licenciada en Ingeniería en Alimentos, Universidad de Costa Rica (UCR) y Magister en Innovación y Diseño de Productos Alimentarios (Erasmus Mundus FIPD Program). Se desempeña como Profesora de la carrera de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos, Sede Regional Guanacaste de la UCR. Sus líneas de investigación son la sustitución de plásticos de un sólo uso en servicios de alimentación y pequeñas empresas de alimentos tradicionales guanacastecas y el fomento del consumo del maíz pujagua cultivado en Guanacaste, un alimento ancestral de alto valor nutricional.

Lugar de trabajo: Sede Regional Guanacaste de la Universidad

de Costa Rica, Costa Rica.

LAURA.MURILLOGONZALEZ@ucr.ac.cr

Panizzolo Luis Alberto

Panizzolo Luis Alberto es Doctor en Química de Facultad de Química-Universidad de la República (UDELAR), Uruguay. Se desempeña como Docente, Profesor Agregado Grado 4. en el departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Química. UDELAR, Uruguay. Ha organizado diversos cursos y seminarios de actualización profesional y Congresos Iberoamericanos de Ingenieros Alimentarios CIIAL. Sus líneas de investigación:

son la obtención de concentrados proteicos a partir del salvado de arroz, caracterización y evaluación de sus propiedades funcionales, la revalorización de cortes de carne por cocción al vacío, la fortificación de la leche materna en base a proteínas de leche.

Lugar de trabajo: Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay. apanizzo@fq.edu.uy

Paz Noelia Fernanda

Paz Noelia Fernanda es Dra. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Lic. en Nutrición de la Universidad Nacional de Salta, Argentina. Se desempeña como Profesora adjunta de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE) y como becaria post doctoral de CONICET bajo la dirección de Marina de Escalada y la co-dirección de Pilar Buera. Su línea de investigación es la revalorización de subproductos del procesamiento de soja como fuente de compuestos bioactivos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. nonipaz@outlook.com

Pepa Lorena Sofía

Pepa Lorena Sofía es Licenciada en Química graduada en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Se desempeña como docente en los departamentos de Química Orgánica y el Industrias de la dicha facultad. También es docente en el Ciclo Básico Común de la UBA. Realiza su doctorado, bajo la dirección de la Dra.



Pilar Buera, Investigadora Superior de CONICET y profesora Titulas de la UBA y la codirección de la Dra. Cristina dos Santos-Ferreira, docente-investigadora del departamento de Orgánica, (UBA). Sus temas de investigación son el estudio de inhibidores naturales de glicosilación y parde y la caracterización de los espacios de color

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. lorenaspepa@gmail.com

Pereira Rodarte Mirian

Pereira Rodarte Mirian es Licenciada en Farmacia y Bioquímica por la Universidad Federal de Minas Gerais – UFMG, Brasil y Magister en Microbiología Agrícola especialización en Nutrición Humana y Salud por la Universidad Federal de Lavras - UFLA Realizó su doctorado y postdoctorado en Ciencias de los Alimentos en la UFLA. Es Profesora Adjunta de la Universidad Federal de Juiz de Fora – UFJF. Tiene experiencia en bioquímica, actuando principalmente en los siguientes temas: enzimología, procesos de fermentación, biotecnología, bioquímica alimentaria, nutrición y salud, análisis y métodos sensoriales y cromatográficos

Lugar de trabajo: Departamento de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad Federal de Juiz de Fora - Minas Gerais - Brasil. mirianpereira.rodarte@ufjf.edu.br

Pérez Carvajal Ana Mercedes

Pérez Carvajal Ana Mercedes es Doctora en bioquímica, con especialidad Ciencia de Alimentos. Université des Sciences et Techniques du Languedoc (USTL), Montpellier, Francia. Es investigadora y catedrática de Universidad de Costa Rica (UCR). Sus Líneas de investigación son la valorización nutricional del maíz morado y del cultivo de la mora de Costa Rica y, valorización de residuos agroindustriales para la obtención de productos ricos en compuestos bioactivos.

Lugar de trabajo: Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. ana.perez@ucr.ac.cr

Pinzón Fandiño Magda Ivone

Pinzón Fandiño Magda Ivone realizó su doctorado en Ingeniería de Alimentos en la Universidad Politécnica de Valencia (España) y cuenta con una especialización en Economía Cafetera. Se desempeñó como directora del Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha, Universidad de Quindío, coordinadora de Investigaciones y académica para Diseño y Formulación de Maestría en Agroindustria de Frutas y Hortalizas Tropicales. Cumplió numerosas tareas de gestión universitaria y ejerce funciones como secretaria de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ALACCTA). Es líder del Grupo Ciencia y Tecnología de Alimentos CYTA de la Universidad de Quindío, Colombia.

Lugar de Trabajo: Facultad ciencias Agroindustriales en Universidad del Quindío, Colombia.

mipinzon@uniquindio.edu.co

Quintanilla Carvajal María Ximena

Quintanilla Carvajal María Ximena es Profesora Titular de la Universidad de La Sabana, Colombia e Investigador Senior en Minciencias. Realizó su Doctorado en Ciencias en Alimentos en el Instituto Politécnico Nacional, México y es Ingeniero de Producción Agroindustrial de la Universidad de La Sabana, Colombia. Sus temáticas de investigación se basan en el desarrollo de alimentos funcionales a partir de técnicas de micro y nanoencapsulación como electrospinnig, gelificación iónica, ventana refractiva, spray drying entre otras. Es parte de la Red Infogest.

Lugar de trabajo: Grupo de Procesos Agroindustriales, Universidad de La Sabana, Colombia.

mariaxiquintanilla@gmail.com

Quiros Blanco Ana María

Quiros Blanco Ana María es Ingeniera de alimentos graduada de la Universidad de Costa Rica (UCR). Se desempeña como docente en la UCR, Sede Regional de Guanacaste. Es Investigadora y agente de extensión tecnológica en el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, UCR. Es coordinadora del proceso de asesorías a industria y encargada de proyectos de extensión rural de desarrollo de productos y



capacitaciones, en coordinación con instituciones de gobierno. Sus líneas de investigación son los insectos comestibles como fuente de proteína sostenible, la valorización de subproductos y sustitución de plásticos de un solo uso en alimentos, los proyectos de acción social con pequeñas empresas de alimentos, la sostenibilidad en la industria alimentaria y seguridad alimentaria.

Lugar de trabajo: Universidad de Costa Rica (UCR). Sede Regional de Guanacaste. Costa Rica. ANA.QUIROS_B@ucr.ac.cr

Risso Patricia Hilda

Risso Patricia Hilda es Dra. en Bioquímica y actualmente se desarrolla como Investigadora Principal CONICET y Profesora titular Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Dirige Investigadores y becarios doctorales. Sus temas de investigación incluyen la interacción entre pigmentos naturales bioactivos y proteínas alimentarias en ausencia y en presencia de polisacáridos, la evaluación de propiedades estructurales y funcionales en mezclas incompatibles termodinámicamente: interacción proteínas-polisacáridos en sistemas modelo, Estrategias para la reducción de grasas, sal y azúcar en matrices alimentarias y la Fortificación y enriquecimiento de yogur con nutrientes de *Arthrospira platensis*.

Lugar de trabajo: Departamento De Química Y Física -Facultad De Cs.Bioquímicas Y Farmaceuticas Universidad Nacional De Rosario. phrisso@yahoo.com.ar; patrihrisso@gmail.com

Robert Canales Paz Soledad

Robert Canales Paz Soledad es Doctora en Ciencias Exactas, Mención Química, Pontificia Univ. Católica de Chile. Se desempeña como Académica del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile con jerarquía de Profesor Titular Regular. Sus líneas de investigación son la micro y nanoencapsulación de compuestos bioactivos para estabilizar y controlar su liberación (sitio ó velocidad específica), la obtención de bioactivos desde frutas, vegetales o materiales de descarte de los procesos agroindustriales, el diseño de alimentos funcionales y/o ingredientes alimentarios (colorantes y/o antioxidantes) y en la industria de nutraceutico. También trabaja en la modificación de biopolímeros como agentes encapsulantes y su efecto sobre la estabilidad e

interacción polímero-activo

Lugar de trabajo: Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Chile. proberts@uchile.cl

Rodríguez Silvio David

Rodríguez Silvio David es Ingeniero en Alimentos y Doctor en Química área, Química Industrial de la Universidad de Buenos Aires. Se desempeña como profesor de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE) e investigador Adjunto de CONICET, Argentina. Su línea de trabajo son las aplicaciones de espectroscopías y quimiometría para discriminar materias primas e ingredientes (según origen o grado de pureza) utilizados en la industria farmacéutica y de alimentos.

Lugar de trabajo: Instituto de biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. silvi davidrodriguez@gmail.com

Rolandelli Guido

Rolandelli Guido es Licenciado en Ciencias de los Alimentos de la Universidad del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires NOBA y docente de la misma universidad. Se desempeña como Becario Doctoral de CONICET, sobre el tema Propiedades físico-químicas de productos elaborados a base de maíz y componentes de recursos vegetales subvalorados o de subproductos agroindustriales, dirigido por la Dra. Pilar Buera, investigadora Superior de CONICET y el Dr. Abel Farroni, investigador de L INTA-Pergamino, Argentina.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. rolandelliguido@gmail.com

Romar Santiago

Romar Santiago es Ingeniero Industrial de la Universidad de Buenos Aires y diplomado en gestión de microcervecías en la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. Actualmente, se desempeña como docente en el módulo ambiente. Es Manager de mejora continua en Kolibrí (www.kolibri.la), donde diseñan e implementan estrategias ambientales de alto impacto



adaptadas al modelo de negocio de cada organización.

Lugar de trabajo: consultora de gestión estratégica "Kolibrí. S.A." santiago@kolibri.la

Rozycki Sergio

Rozycki Sergio es Doctor en Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y se desempeña como Profesor Asociado Ordinario, Dedicación Exclusiva en dicha universidad. Es responsable del Área Leche y Productos Lácteos, del Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA- FIQ- UNL), y dicta cursos de grado y posgrado sobre estos temas en varias universidades nacionales. Recibió el Premio Innovar del Ministerio de Ciencia y Tecnología en 2014 por "Desarrollo de Queso Fresco Funcional". Es responsable de Servicios Altamente Especializados y asesor técnico de empresas lácteas nacionales e internacionales.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. sdrozycki@hotmail.com

Salierno Gabriel

Salierno Gabriel es Licenciado en Química y Doctor en Química, área química industrial de la Universidad de Buenos Aires. Sus líneas de trabajo están enfocadas en el diseño de equipos industriales multifásicos mediante el manejo de grandes volúmenes de datos de tomografía industrial. Es Investigador Asistente CONICET y orientó su carrera como químico hacia el desarrollo de la ingeniería química verde.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. gabriel.salierno@gmail.com

Segarra Daniel Villarroel

Segarra Daniel Villarroel es Doctor en Botánica por la Universidad de Brasilia (Brasil). Se desempeña como docente de postgrado de la Facultad de Ciencias Agrícolas, la Facultad Integra de Ichilo (UAGRM) y la Escuela Militar de Ingeniería (Unidad Académica Santa Cruz); y en la Universidad Católica Boliviana. Ha participado como especialista biótico en proyectos de medioambiente y recursos naturales. Trabajó en

la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques Tierra, y es subgerente en la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). Las principales áreas de su investigación son la biodiversidad, la dinámica del carbono y conservación de recursos naturales de las tierras bajas, la biogeografía, filogeografía, taxonomía, carbono y cambio climático, y la biotecnología ambiental.

Lugar de trabajo: Facultad de Ciencias Agrícolas y la Facultad Integra de Ichilo, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia. dvillarroel@ucb.edu.bo

Seling Giuliana

Seling Giuliana es Licenciada en Tecnología de Alimentos egresada de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Se desempeña como becaria doctoral de la Agencia nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina y trabaja bajo la dirección de las Dras. Pilar Buera y Verónica Busch sobre el tema inhibidores naturales de reacciones de deterioro, provenientes de fuentes autóctonas para la conservación de ingredientes y alimentos.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires: Argentina. giuliana.seling@uner.edu.ar

Schebor Carolina

Schebor Carolina es Dra. en Ciencias Químicas, graduada en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Desarrolla tareas como Investigadora Principal de CONICET en el ITAPROQ-CONICET, UBA, Argentina. Además, se desempeña como Profesora Adjunta en el Departamento de Química Orgánica, área Química de Alimentos. Ha dirigido los trabajos doctorales de Diego Archaina, Maite Gagnetten (ya finalizadas) y Rocío Corfield (en curso) entre otros. Sus líneas de trabajo son el desarrollo de ingredientes y alimentos potencialmente funcionales a partir de frutas, el reemplazo de azúcares libres para el desarrollo de snacksy golosinas saludables., el aprovechamiento de residuos de frutas de pepita y frutos rojos para otorgarles valor agregado y reducir su descarte.

Lugar de trabajo: Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ) CONICET-UBA. Departamento de Industrias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos



Aires: Argentina. cschebor@yahoo.com.ar

Úsuga Dairon David

Úsuga Dairon David pertenece al Semillero de Investigación del Grupo de Investigación en Biotecnología de Alimentos (BIOALI).

Lugar de trabajo: Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias-Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
dairon.david@udea.edu.co

Vasile Franco

Vasile Franco es Ingeniero en Alimentos de la Universidad Nacional del Chaco Austral, Argentina y Doctor en Química, área Química Industrial, de la Universidad de Buenos Aires.

Se desempeña como Investigador Asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científico Técnicas y como docente en la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS). Sus líneas de investigación son el aprovechamiento de la leche de búfala y subproductos, para el desarrollo de alimentos e ingredientes con propiedades nutritivas y/o funcionales, el desarrollo de nano y micro sistemas para la vehiculización y estabilización de nutrientes y compuestos bioactivos a partir de recursos naturales mínimamente industrializados y los aspectos fisicoquímicos de la encapsulación de ácidos grasos poliinsaturados en matrices de polielectrolitos no convencionales.

Lugar de trabajo: INIPTA; Instituto de Investigaciones en Procesos Tecnológicos Avanzados, Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Argentina.
francovasile@uncaus.edu.ar

Vega Castro Oscar Alfonso

Vega Castro Oscar Alfonso realizó el Doctorado en Ingeniería, Universidad de Antioquia, Colombia. Es Profesor a nivel de pregrado y posgrado de los cursos de Operaciones Unitarias, Diseño de Experimentos y Termodinámica en la misma universidad. Ha hecho consultorías en las áreas de gestión de proyectos de investigación y diseño experimental. Es miembro del comité directivo de la Sociedad Iberoamericana de Ingeniería de Alimentos SIBIA, además hace parte de la Society of Food Engineering-SoFE y es el actual Coordinador del Grupo de Investigación BIOALI de la Universidad de Antioquia. Sus líneas

de trabajo son el aprovechamiento de residuos alimentarios y extracción de constituyentes valiosos y el desarrollo de ingredientes funcionales.

Lugar de trabajo: Grupo de Biotecnología de Alimentos (BIOALI), Universidad Nacional de Antioquia, Colombia.
oscar.vega@udea.edu.co

Vélez Ayelén

Vélez Ayelén es Licenciada en Biotecnología y Doctora en Ciencias Biológicas graduada en la Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Realizó su Posdoctorado en el Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL y CONICET, donde se desempeña como Investigadora Adjunta de CONICET. Sus líneas de trabajo son el desarrollo de alimentos lácteos funcionales y/o con propiedades mejoradas de flavor y la encapsulación de lípidos bioactivos.

Lugar de trabajo: INLAIN (CONICET-UNL). Instituto de Lactología Industrial, Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
ayelen.velez@gmail.com

Vieitez Ignacio

Vieitez Ignacio es Ingeniero en Alimentos, Doctor en Química y Profesor Adjunto (Grado 3) del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República (Uruguay). Sus líneas de investigación: son la revalorización de subproductos y residuos de la industria agroalimentaria: condiciones operativas de procesos de extracción con fluidos supercríticos y subcríticos para la obtención de extractos con propiedades funcionales de uso alimentario.

Lugar de trabajo: Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay. ivieitez@fq.edu.uy

Villalobos Carvajal Ricardo

Villalobos Carvajal Ricardo es Doctor en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Realizó un Postdoctorado en Envases de Alimentos, School of Packaging at Michigan State University, USA. Se desempeña como Académico-Investigador del Magister en Ciencias e



Ingeniería en Alimentos y director del Doctorado en Ingeniería de Alimentos. Universidad del BíoBío.

Ha patentado una formulación de una nanoemulsión comestible y su proceso de elaboración, útil para reducir la partidura en frutas y verduras, particularmente en cerezas. Sus líneas de trabajo son el desarrollo de películas comestibles para la conservación en fresco y deshidratado de alimentos.

Lugar de trabajo: Universidad del Bío-Bío, Campus Fernando May, Chillan, Chile. r.villalobos@ubiobio.cl

Villarreal Myriam

La Dra. Villarreal Myriam es Especialista en Docencia Universitaria (UNCu, Argentina), Ingeniera en Industrias Agrícolas y Alimentarias Universidad Nacional de Santiago del Estero,(UNSE, Argentina), Magister en Ingeniería en Alimentos (UNSE-UNICAMP, Brasil) y Doctora en Alimentos (UNSE, Argentina). Se desempeña como Profesora Asociada Regular en la UNSE. Ha dictado varios cursos de posgrado en universidades latinoamericanas. Realiza tareas de gestión como Decana de Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la UNSE y además intensa labor de vinculación y transferencia y formación de recursos humanos de posgrado. Sus líneas de investigación incluyen el estudio y caracterización de recursos alimentarios autóctonos (frutos y exudados) de especies arbóreas del NOA, los procesos de agregado de valor de frutos silvestres del monte santiaguense con impacto en las Economías Sociales y Solidarias.

Lugar de trabajo: Facultad de Agronomía y Agroindustrias – UNSE, Argentina. mevilla4@gmail.com



INTRODUCCIÓN, ENFOQUE Y PROPUESTA.

Mejorar la forma en que se diseñan, producen y consumen los alimentos es uno de los mayores desafíos a nivel global, e involucra modificar aspectos en temas tales como la pérdida de biodiversidad y la profundización del cambio climático. Las Naciones Unidas han reconocido que la seguridad alimentaria mundial plantea desafíos sin precedentes para la humanidad dada la necesidad de alimentar a una mayor población y al mismo tiempo, asegurar la sostenibilidad y sustentabilidad de las prácticas productivas. El crecimiento de la población, la urbanización y el comercio mundial han sido los principales impulsores del mayor consumo de recursos, afectando la sostenibilidad de los procesos (Gerland y col., 2014; Modak, 2021). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la FAO para 2022-2031 implican un cambio de paradigma hacia prácticas productivas y sistemas agroalimentarios eficientes, inclusivos, resilientes y sostenibles (EU Report 2015; FAO, 2020). Estos ODS representan un compromiso internacional suscrito por los países miembros de Naciones Unidas para enfrentar los retos sociales, económicos y ambientales de la globalización, poniendo en el centro a las personas, el planeta, la prosperidad y la paz.

Sin lugar a dudas estos ODS y los cambios en los sistemas productivos en los modelos circulares deben considerar también el aspecto social y de identidad de los pueblos, incluyendo el respeto por el bio-patrimonio y especies autóctonas, la conservación del paisaje, las preferencias culturales y culinarias, los saberes ancestrales y las prácticas agrícolas familiares, que deben ser consideradas en la producción y conservación de alimentos (Perfecto y Vandermeer, 2017).

Este libro surge como una propuesta de varios grupos de investigación iberoamericanos interesados en los temas vinculados al desarrollo sostenible y a la implementación de herramientas de la economía circular (EC) en el área de agroindustria y de los alimentos. Existen varias definiciones de Economía Circular, establecidas por diferentes organizaciones, como la Fundación Ellen Mc Arthur, o diferentes comisiones gubernamentales (Kirchherr y col., 2017; Wautelet, 2018.). Todas ellas coinciden en que se trata de un modelo económico alternativo a la economía lineal (basado en la extracción, uso y descarte) fomentando las actividades de regeneración, reducción, reciclaje y reutilización en el proceso productivo, permitiendo la obtención y reutilización de materiales en múltiples ciclos simulando los ciclos biológicos. Cuando los alimentos se diseñan bajo estos conceptos, los subproductos de una etapa brindan insumos para la siguiente. La EC fomenta la minimización de la utilización de materias primas no renovables y la maximización de la regeneración y reutilización de materiales en el proceso de producción (Galanakis y col., 2022). Se fomenta así el consumo responsable, la optimización del uso de los recursos, de procesos, productos y subproductos generados. Aplicar conceptos de la EC no consiste únicamente en reciclar y gestionar los residuos sino que requiere un cambio de paradigma para lo cual hay que proponer estrategias como reequilibrar la relación entre los sistemas alimentarios y el medio natural; la implementación de métodos y equipos accesibles adaptados a las materias primas locales; el cuidado de la biodiversidad y el uso sostenible de las plantas nativas revalorizando cultivos y prácticas productivas de los pueblos originarios para preservar variedades ancestrales y generar productos diferenciados con valor agregado para el desarrollo de la agricultura familiar.

En este libro se presentan y se abordan los temas vinculados a los conceptos de la EC de interés para los investigadores que integran la Red Iberoamericana de Investigadores "Herramientas para una Economía Circular" (RII.HEC, www.rii.hec.org). La Red RII.HEC que tiene su antecedente en una Red CYTED sobre desarrollo sostenible, finalizada en 2018, fue creada en el marco de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP, www.auiip.org). La AUIP es una organización internacional no gubernamental, reconocida por la UNESCO, cuyo objetivo general es contribuir con el criterio de alta calidad académica a la formación de profesores universitarios, científicos y profesionales en el nivel de postgrado y doctorado, en función de las necesidades de desarrollo de cada país y de la Comunidad Iberoamericana de Naciones. En el marco de la mencionada Red RII.HEC, durante el mes de septiembre de 2021, se organizaron las "Primeras Jornadas Iberoamericanas sobre Herramientas para una Economía Circular en Procesos Agroindustriales". Estas jornadas contaron con cerca de 300 participantes inscriptos de 10 países de Iberoamérica, reunieron a investigadores, profesores, empresarios, estudiantes de postgrado y de grado de diferentes países,



y permitieron conocer y discutir temas relacionados con la economía circular. A través de una serie de charlas y discusiones en la modalidad “a distancia”, vía la plataforma zoom provista por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, se pudieron abordar temas de desarrollo sostenible y su implementación en el ámbito académico, científico y empresarial. También se trabajaron y se discutieron además de los temas vinculados a la EC, varios de los objetivos específicos de la AUIP, que son: a) contribuir a la política informativa y de difusión que permita multiplicar las posibilidades de cooperación y fortalecer a los miembros de la Asociación; b) organizar, auspiciar y promover reuniones de carácter académico, cultural o científico para contribuir al intercambio y enriquecimiento de experiencias y conocimientos entre profesores e investigadores de programas de postgrado adscritos a la AUIP; c) facilitar la interacción entre profesores, investigadores y estudiantes entre los miembros de las distintas universidades asociadas a la AUIP.

La pandemia causada por el SAR COV 2 ha magnificado problemas estructurales tales como la precariedad de la seguridad alimentaria o del aporte de alimentos a grupos sociales vulnerables, poniendo en evidencia la necesidad de una transición hacia una economía circular, basada principalmente en la regeneración de los sistemas naturales y en la eliminación de desechos o su reconversión a subproductos. Este concepto es parte de la agenda mundial contra el cambio climático y favorece la conservación de la biodiversidad, tendiente a preservar bosques, aguas, costas y suelos, como así también rescatar saberes ancestrales de pueblos originarios como una contribución a la seguridad alimentaria. De manera que abarca transversalmente varios temas de impacto mundial e involucra muchas disciplinas, por lo que se requieren acciones concertadas para su abordaje.

La EC permite optimizar los flujos económicos y ecológicos de los recursos, siendo los sistemas de gestión de residuos y aprovechamiento de subproductos componentes esenciales pero no únicos de un proceso sostenible.

El problema quizás más difícil de conciliar en este cambio de paradigma, es que además de ser económicamente viable, un determinado desarrollo debe ser ecológicamente soportable y socialmente equitativo para ser considerado sostenible. Los aspectos económicos de la producción han sido en los últimos años sobrevalorados en detrimento de los aspectos sociales y ambientales, de tal forma que el crecimiento económico va asociado la mayoría de las veces, a la generación de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero (Modak, 2021).

A partir de 2015 la Comisión de la Unión Europea ha generado varios documentos relacionados con la transición hacia economías circulares (EU Reports, 2015, 2021). Es importante identificar los puntos críticos medioambientales y así ayudar a las empresas a ecologizar su cadena de suministro y a ser más sostenibles. Se requiere, además, desarrollar nuevas tecnologías y nuevos modelos de negocio y facilitar su adopción por parte de las empresas.

Se estima que los planes de acción que involucran estos preceptos darán impulso al empleo, al crecimiento y a la inversión y el desarrollo de una economía neutral en carbono, eficiente en recursos y competitiva. En el futuro, los productos y servicios diseñados de manera circular podrán minimizar el uso de recursos y fomentar la reutilización, recuperación y reciclabilidad de materiales (EU Reports, 2015, 2021; Castro-Muñoz y col., 2021).

Para generar los cambios sistémicos necesarios y cerrar el ciclo, son esenciales el conocimiento, la innovación y las inversiones. Una forma de contribuir a la economía circular es el aprovechamiento de materiales en los productos que normalmente se descartan. La industrialización de los procesos que se ocupan de la recuperación de compuestos a partir de desechos alimentarios debe contemplar numerosos aspectos, como la investigación a nivel laboratorio, la transferencia a planta piloto y la producción a gran escala; además de la protección de propiedades intelectuales y el desarrollo de aplicaciones definidas. Estos pasos son necesarios para garantizar la sostenibilidad del proceso, el beneficio económico para la industria alimentaria involucrada, y para establecer los productos derivados en el mercado (Galanakis, 2018).



Es necesario reconocer que los ciclos de los materiales no pueden cerrarse idealmente y es importante establecer indicadores para calcular qué tan cerca o lejos estamos de la circularidad, estableciendo índices de circularidad o avances en los ODS (Ortego y col., 2021; Valero y col., 2021; Dräger, y col., 2022; Inova, 2022). También es importante resaltar que este modelo de EC debe acompañarse de cambios sociales y económicos que pueden ser difíciles de implementar y que llevaron a críticas de este modelo (Corvellec y col., 2021; Cullen, 2017).

Si bien hay interés en el modelo de economía circular en Latinoamérica, este concepto está penetrando muy lentamente en la región en el ámbito de la producción (D'Angelo, 2019). Se menciona en foros o publicaciones de negocios y existen algunos emprendimientos que la sugieren con fines de marketing (<http://www.tresmandamientos.com.ar/nota/1623>; <https://www.creafutur.com/reas>), pero su instalación efectiva parece lejana y una de las claves para que sea posible es la colaboración entre los distintos sectores. De esta manera, el vínculo investigación – empresa- consumidores favorecería su promoción e instalación.

El impulso a un plan de acción para la transición hacia una economía circular, es un desafío para contribuir a favorecer la solidez de la producción climáticamente neutral donde se minimiza la presión sobre los recursos naturales, de agua dulce y energía, y sobre los ecosistemas.

A través de los capítulos del presente libro proponemos contribuir a responder qué aportes pueden ofrecer los científicos, tecnólogos e ingenieros de alimentos para lograr la transición hacia economías circulares, aplicando un enfoque multidisciplinario, que incluya la percepción de la sociedad. Gracias al desarrollo de nuevas estrategias y herramientas experimentales, la investigación y las prácticas académicas se pueden vincular fomentando nuevas oportunidades para implementar modelos de economía circular, patrones de producción y consumo sostenible y resiliencia a las vulnerabilidades, las crisis y el estrés como metas para el futuro (Salas y col., 2021).

La búsqueda de sostenibilidad implica la integración de parámetros económicos, sociales y ambientales en toda la cadena productiva. Esto fue enfatizado por las Naciones Unidas a través de la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que específicamente en el objetivo 12 considera de notable importancia a cada producto en todas las etapas de la cadena alimentaria con énfasis en productos semiprocesados y procesados. Estos lineamientos implican la necesidad de consumo y producción responsables, la promoción de la eficiencia de los recursos y la energía, la mejora de cada etapa de producción y conservación así como del almacenamiento y distribución de alimentos para una producción-consumo integral sostenibles (García-Herrero et al., 2019).

Los desechos generados de las empresas que elaboran productos alimenticios son un ejemplo paradigmático de subproductos industriales subutilizados. De hecho, muchos de los compuestos bioactivos presentes en ellos (por ejemplo, de la producción frutihortícola, flavonoides, ácidos hidroxicinámicos o dihidrochalconas, rutina, pectinas, catequina y epicatequina) demostraron poseer propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas (Barreira y col., 2019, Maraulo y col., 2021). Por lo tanto, este material podría ser un insumo para las industrias de alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos y dar respuesta a las preferencias actuales de ingredientes naturales, por sobre los artificiales.

A lo largo de los distintos capítulos iremos tratando, desde los principios básicos que definen el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y la economía circular (en el Capítulo 1), pasando por la necesidad de cambiar el concepto de las películas que empleamos en los envases, para hacerlos comestibles y/o biodegradables, como así también recubrimientos activos para evitar la pérdida de alimentos (Capítulo 2) y ejemplos de revalorización de los subproductos agroindustriales para la obtención de ingredientes funcionales, ya sea para aplicaciones en alimentos (Capítulo 3), o farmacéuticas y medicinales (Capítulo 5). Se aborda también el tema del aprovechamiento no maderable de recursos de bosques y montes, fomentando su conservación y contribuyendo a innovaciones de impacto tecnológico y social, (Capítulo 4). Se complementan estos aspectos con aportes y ejemplos sobre la valorización de recursos regionales, aguas y suelos y a la conservación de la biodiversidad (en el Capítulo 6). A continuación, en el Capítulo 7, se tratan algunos ejemplos sobre el empleo de la biotecnología como herramienta esencial de la



bioeconomía circular. Teniendo en cuenta que los compuestos de interés potencial como ingredientes bioactivos están presentes en bajas concentraciones y asociados con estructuras químicas complejas, (por ejemplo, en la cáscara y/o pulpa de frutas), se están empleando nuevas tecnologías “verdes” para resolver estas desventajas, tales como las técnicas de cavitación (Ekezie y col., 2017; Albanese y col., 2019), enzimáticas, fluidos supercríticos, empleo de suspensiones de ciclodextrinas, o combinaciones de técnicas. Esto permitirá recuperar bioactivos mediante procesos simples, ecológicos y eficientes, factibles de escalar y obtener productos de mejor calidad comparada con métodos convencionales. Por esto, en el Capítulo 8, se brindan algunas pautas para implementar pretratamientos para mejorar la extracción de bioactivos o bien aumentar el rendimiento de bioetanol de segunda generación, también para la caracterización de materiales, aplicables a muchos de los temas tratados en los capítulos precedentes, ejemplos de procesos sostenibles, obtención de hidrógeno a partir de barros residuales y herramientas analíticas que contribuyen a cerrar las cascadas de aprovechamiento. En este último aspecto, cabe destacar que la conversión de residuos agroindustriales en productos para aplicaciones energéticas mediante procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente suscita creciente atención.

Técnicas emergentes para el diseño y procesado de alimentos, como las impresiones 3D empleando materiales novedosos pueden contribuir significativamente en el diseño de alimentos para generar estructuras específicas (Derossi et al., 2018). Se abordarán otros temas como la producción de alimentos empleando insectos o la obtención de carne in vitro y la aplicación de tecnologías digitales en la producción y control de alimentos (Sun y col., 2021; FAO, 2013,2021)

Un punto que merece atención es el análisis de cómo reaccionan los consumidores a los productos alimenticios basados en ingredientes previamente desperdiciados en la cadena de suministro, o a los ingredientes alimenticios innovadores de flujos de producción aún subutilizados. La comercialización de productos alimenticios funcionales muchas veces falla y un gran número de los productos recientemente introducidos se retira poco después de aparecer en el mercado. Los resultados de trabajos recientes indican que la comunicación mejora la actitud de los consumidores hacia estos sub-productos y que además la marca y el diseño del producto juegan un papel en la determinación de la actitud hacia productos con nuevos ingredientes (Aschemann-Witzel y col., 2019; Cattaneo y col., 2019). La participación de los consumidores en los procesos de innovación, aumenta la probabilidad de éxito del mercado y fomenta la conciencia proambiental.

Los objetivos del presente libro son: difundir los beneficios de implementar el paradigma de la circularidad en procesos agroindustriales, ofrecer el panorama de las herramientas accesibles a mediano plazo para la transición hacia la economía circular, concientizar sobre la necesidad de la interacción multidisciplinaria promoviendo el intercambio entre la industria, la academia, y los investigadores, y responder de alguna manera a la pregunta ¿Qué soluciones pueden ofrecer los científicos, tecnólogos e ingenieros de alimentos para lograr la transición hacia sistemas más sostenibles y resilientes?

Autoras: Pilar Buera, con la colaboración de Cristina dos Santos-Ferreira y Verónica Busch.



Referencias

- Albanese, L., Bonetti, A., D'Acqui, L.P., Meneguzzo, F., Zabini, F. (2019) Affordable production of antioxidant aqueous solutions by hydrodynamic cavitation processing of silver fir (*Abies alba* Mill.) needles, *Foods* 8, 65 doi:10.3390/foods8020065
- Aschemann-Witzel, J., Peschel, A.O. How circular will you eat? (2019) The sustainability challenge in food and consumer reaction to either waste-to-value or yet underused novel ingredients in food. *Food Quality and Preference* 77: 15–20.
- Barreira, J.C.M., Arraibi, A.A., Ferreira, I.C.F.R. (2019). Bioactive and functional compounds in apple pomace from juice and cider manufacturing: Potential use in dermal formulations. *Trends in Food Science & Technology* 90:76-87.
- Becerra, L., Carenzo S., Juárez, P. (2020) When circular economy meets inclusive development. Insights from urban recycling and rural water access in Argentina. *Sustainability* 12, 9809; doi:10.3390/su12239809
- Castro-Muñoz, R., Díaz-Montes, E., Gontarek-Castro, E., Boczkaj, G., Galanakis, C. (2021). A comprehensive review on current and emerging technologies toward the valorization of bio-based wastes and by products from foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 21. 10.1111/1541-4337.12894.
- Cattaneo, C., Lavelli, V., Proserpio, C., Laureati, M., Pagliarini, E. (2019) Consumers' attitude towards food by-products: the influence of food technology neophobia, education and information. *International Journal of Food Science and Technology* 54:679–687
- Corvellec, H., Stowell, A.F., Johansson, N. (2021) Critiques of the circular economy *Journal of Industrial Ecology* 2021:1–12 doi: 10.1111/jiec.13187
- Cullen, J.M. (2017). Circular Economy: Theoretical Benchmark or Perpetual Motion Machine? *Journal of Industrial Ecology* doi:10.1111/jiec.12599
- D'Angelo, J.L. Responsabilidad Social y Universidad. *Agenda Latinoamericana*. (2019). Ed. Asociación Latinoamericana de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración.
- Derossi, A.; Caporizzi, R.; Azzollini, D. & Severini, C. (2018). Application of 3D printing for customized food. A case on the development of a fruit-based snack for children. *Journal of Food Engineering*, 220, 65-75.
- Dräger, P., Letmathe, P., Reinhart, L., Robineck, F. (2022) Measuring circularity: evaluation of the circularity of construction products using the ÖKOBAUDAT database. *Environmental Sciences Europe* 34:13-29 <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00589-0>
- Ekezie, F. G. C.; Sun, D.W.; Cheng, J. H. Acceleration of microwave-assisted extraction processes of food components by integrating technologies and applying emerging solvents: a review of latest developments. *Trends Food Sci. Technol.* 67, 160–172 (2017)
- Ellen Macarthur Foundation. n.d. What Is The Circular Economy? <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy> [Accessed 1 October 2020].
- EU Report 2015 from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy>
- EU Report 2021 https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF
- European Commission (2020) Commission Staff Working Document. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/leading_way_global_circular_economy.pdf [Accessed 16 feb 2022].
- European Commission. n.d. Circular Economy – Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs – European Commission. https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en#:~:text=Circular%20economy-,Circular%20economy,again%20to%20create%20further%20value. [Accessed 1 October 2021].



FAO (2020) Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. The state of food security and nutrition in the world 2020. <http://www.fao.org/3/ca9692en/online/ca9692en.html#chapter-Key_message> [Accessed 16 December 2020].

FAO (2021) Looking at edible insects from a food safety perspective, Challenges and opportunities for the sector. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4094en>

FAO Forestry Paper 171 (2013) Edible insects: future prospects for food and feed security. Rome. <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

Galanakis, C. (2022) Sustainable applications for the valorization of cereal processing by-products. *Foods*. 11. 241. 10.3390/foods11020241.

Galanakis, C.M. Food Waste Recovery: Prospects and Opportunities (2018). Cap. 12. En: Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry Improving Production and Processing. Ed. C.M. Galanakis. Academic Press, pp. 401-419.

Gerland P, Raftery AE, Ševčíková H, Li N, Gu D, et al. (2014). World population stabilization unlikely this century. *Science* 346: 234–7

<http://www.tresmandamientos.com.ar/nota/1623-el-emprendimiento-argentino-pura-frutta-preseleccionado-para-el-shell-livewire-top-ten-innovators-awards> (01/10/2019)

<https://www.creafutur.com/reas>

Inova (2022) <https://inovalabs.es/es/test-de-circularidad/> accessed 6/2/22, 14:30

Kirchherr, J., Reike, D. and Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, pp. 221–232.

Maraulo, G.E, dos Santos, C, Mazzobre, M.F. (2021) β -cyclodextrin enhanced ultrasound-assisted extraction as a green method to recover olive pomace bioactive compounds. *Journal of Food Processing and Preservation* 00:1–13. DOI: 10.1111/jfpp.15194

Modak, P. (2021). Challenges we face today. In *Practicing Circular Economy*. CRC Press; 20210624. Retrieved from vbk://978100040536120210624.

Ortego, A., Círez, F., Valero, A., Magdalena, R., Ascaso, S., Calvo, G. (2021). Eco-credit system to incentivise the recycling of waste electric and electronic equipment based on a thermodynamic approach. *International Journal of Energy*. 35. 132. 10.1504/IJEX.2021.10037707.

Perfecto, I. and Vandermeer, J. (2017) A landscape approach to integrating food production and conservation. In: *Food Production and Nature Conservation. Conflicts and Solutions* I.J. Gordon, H.H.T. Prins, G.R. Squire (Eds.) Routledge Taylor and Francis, New York pp. 133-152

Salas, D.A., Criollo, Ramirez, A.D. (2021) The role of higher education institutions in the implementation of circular economy in Latin America. *Sustainability* 2021, 13, 9805. <https://doi.org/10.3390/su13179805>

Sun, C., Ge, J., He, J., Gan, R., Fang, Y. (2020) Processing, quality, safety, and acceptance of meat analogue products, *Engineering*, doi:<https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.10.011>

Valero, A., Valero, A., Calvo, G. (2021) Thermodynamic limits of Circular Economy. *Material Limits of the Energy Transition*. 10.1007/978-3-030-78533-8_6.

Wautelet, T., 2018. The Concept of Circular Economy: Its Origins and its Evolution. https://www.researchgate.net/publication/322555840_The_Concept_of_Circular_Economy_its_Origins_and_its_Evolution [Accessed 7 October 2020].





CAPÍTULO 1

DESARROLLO SOSTENIBLE, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y ECONOMÍA CIRCULAR

Moderadora: Dra. Ana Mercedes Pérez Carvajal Universidad de Costa Rica
Colaboró: Lic. Gastón Maraulo, ITAPROQ, Argentina

En este capítulo se presentan el concepto de economía circular y un aporte de la visión de las empresas a este tema, con ejemplos prácticos aplicables. Los plásticos son omnipresentes, y muchos tardan más de 200 años en degradarse y la contaminación por plásticos crece exponencialmente. En este capítulo se presentan algunas propuestas en el área de la agroindustria de alimentos como estrategias para reducir esta contaminación.

- 1.1 **H**acia una economía circular desde la empresa Kolibri S.A. Santiago Romar.
- 1.2 **R**edución del uso de plásticos derivados del petróleo altamente contaminantes, dentro del concepto de la economía circular. Amparo Chiralt-Boix y Chelo González.
- 1.3 **E**strategias de economía circular para la sustitución de plásticos de un solo uso en empresas de alimentos. Ana María Quirós Blanco y Laura Murillo González
- 1.4 **L**a seguridad alimentaria desde el concepto de gastronomía social. Cortés-Jaramillo Juan
- 1.5 **E**strategias para la seguridad y soberanía alimentaria Monsalve-Rúa, Luisa Fernanda





1.1 HACIA UNA PRODUCCIÓN CIRCULAR

Santiago Romar.

Kolibri S.A., Argentina. santiago@kolibri.la

Kolibri S.A es una empresa formada por un equipo multidisciplinario de ingenieros, licenciados en ciencias ambientales, comunicadores, diseñadores, economistas, psicólogos y amantes de la naturaleza que busca conectar a las personas para potenciar la transición hacia una economía socialmente justa y ambientalmente regenerativa. Esta consultora de gestión estratégica busca integrar las variables ambientales a los modelos de negocio de cada organización. Posee presencia regional y tiene bases en Argentina, México, Uruguay y trabaja de manera colaborativa junto a multinacionales, PyME's, emprendedores, OSCs y gobiernos para catalizar innovaciones sustentables.

En esta presentación se realizó un recorrido por la cadena de valor productiva para entender desde un pensamiento sistémico los ejes clave donde poner el foco hacia una mirada circular. Se recopilaron diferentes casos de éxito para mostrar la posibilidad de y accionar tomando decisiones con mayor conciencia e impacto ambiental positivo.

También se destacó el papel de las organizaciones líderes que son aquellas que logran integrar las variables ambientales a sus modelos de negocio.

La empresa busca así contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y promover a nivel regional los máximos estándares internacionales.



Figura 1.1



1.2 REDUCCIÓN DEL USO DE PLÁSTICOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO ALTAMENTE CONTAMINANTES, DENTRO DEL CONCEPTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.



Amparo Chiralt-Boix y Chelo González.

Universitat Politècnica de València, España. dchiralt@tal.upv.es

Los envases de plásticos permiten una mejor conservación de los alimentos frescos, pero el 63 % de los residuos plásticos provienen del envasado y menos del 14 % son reciclables. Los bioplásticos pueden hacer las funciones de los plásticos, pero de una forma más ecológica y sostenible. Estos provienen de fuentes renovables o son biodegradables o ambas cosas. Los biodegradables son sensibles a la acción de los enzimas excretados por los microorganismos, convirtiéndose en moléculas más pequeñas que pueden ser metabolizadas por ellos, generando biomasa, agua y anhídrido carbónico, integrándose así en el ciclo de la materia orgánica (Lucas et al., 2008).

Con estos bioplásticos se pueden obtener materiales avanzados para la conservación de alimentos, como son los envases activos, que ejercen acciones específicas para alargar la vida útil de los productos con mayor seguridad alimentaria (Takala et al., 2013). En la elaboración de estos materiales, la utilización de compuestos activos de origen natural puede contribuir a la reutilización de residuos vegetales y alimentarios a la vez que ofrece soluciones más saludables para el consumidor (Atarés y Chiralt, 2016). La elaboración de estos materiales mediante la combinación de diferentes bioplásticos con propiedades complementarias (hidrofílicos como el almidón o PVA e hidrofóbicos como los poliésteres -PLA, PHBV), ensamblados en multicapas (Hernández-García et al., 2022; Andrade et al., 2022), permite obtener las propiedades funcionales (mecánicas y de barrera) adecuadas para el envasado de alimentos, al igual que ocurre con los laminados sintéticos, pero con menos problemas de reciclado, dado su carácter compostable o biodegradable (Figura 1.2).

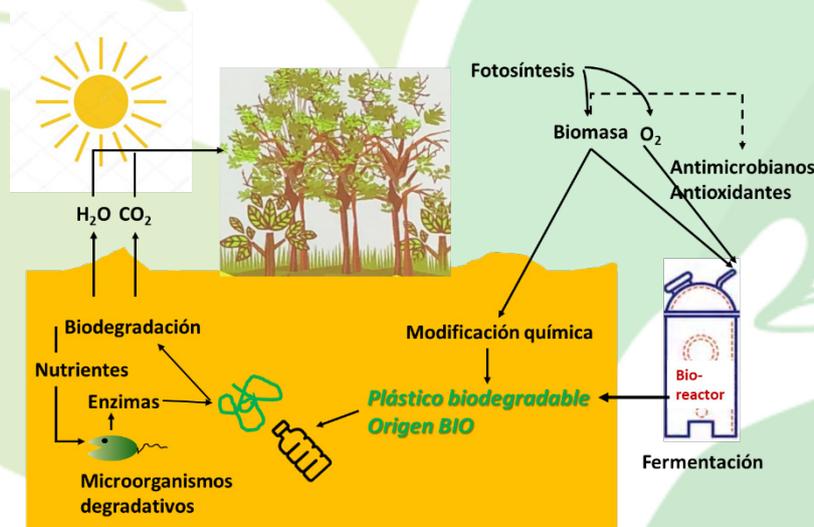


Figura 1.2. Ciclo sostenible en la producción de materiales de envase biodegradables activos.



1.3 ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA SUSTITUCIÓN DE PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN EMPRESAS DE ALIMENTOS.



Ana María Quirós Blanco y Laura Murillo González

Carrera de Ingeniería de Alimentos. Sede Regional de Guanacaste. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
ana.quirós_b@ucr.ac.cr

El Objetivo de Desarrollo Sostenible #12 hace el llamado a hacer una producción y consumo responsables, esto involucra la disminución de los plásticos de un solo uso que se utilizan en las industrias (ONU, 2018). La industria alimentaria tiene el gran reto de encontrar opciones de empaques más sostenibles que sirvan como sustitutos de los actuales empaques de alimentos (Geyer et al., 2017; Grand View Research, 2020). Los empaques compostables hechos a partir de materiales como PLA, almidón, subproductos vegetales, fibras, cartón, celulosa, entre otros, son una alternativa actual en la industria (Folino, 2020; Geueke, 2014; Karan et al., 2019). La presente charla muestra los retos y oportunidades de la utilización y el establecimiento de modelos de economía circular para el manejo de estos materiales en la industria alimentaria.



1.4 LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DESDE EL CONCEPTO DE GASTRONOMÍA SOCIAL.



Juan Cortés-Jaramillo

Grupo de Investigación BIOALI; Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias-Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53-108, Bloque 2-105 Medellín-Colombia. juanp.cortes@udea.edu.co

La seguridad alimentaria de un país, se da cuando todas las personas en todo momento tienen acceso físico y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades dietéticas y alimentarias para tener una vida activa y saludable (HLPE, 2019). Sin embargo, a nivel de América Latina y Colombia la tasa de inseguridad alimentaria es de 7.4% y 54.2%, respectivamente. Dado lo anterior, se hace necesario implementar diversas estrategias que permitan tener sistemas alimentarios equitativos que velen por la seguridad alimentaria de los consumidores; algunas de estas son: red de huertas y semillas, compra local de alimentos y la gastronomía social; esta última, se basa en lograr un cambio social a partir del alimento (Navarro-Dols, 2020). Para el caso puntual de la ciudad de Medellín, existen dos iniciativas que promueven la gastronomía social, las cuales son: Platos sin Fronteras y el Programa de Impacto Colectivo, las cuales han logrado la integración de al menos 50 mujeres, además de la gestión de alimentos en épocas de pandemia. Pudiendo concluir que la gastronomía social es una estrategia innovadora que permite crear sistemas alimentarios equitativos involucrando a los consumidores y productores de alimentos, y con proyección en la ciudad de Medellín, como ejemplo para Iberoamérica.



1.5 ESTRATEGIAS PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA.



Luisa Fernanda Monsalve-Rúa

Grupo de Investigación BIOALI; Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias-Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53-108, Bloque 2-105 Medellín-Colombia.

Los sistemas agroalimentarios tienen como objetivo el aumento de la producción de alimentos, con el fin de abastecer la demanda alimenticia de la población mundial; sin embargo, estos han generado una alta degradación del ambiente, además de la monopolización de todos los componentes de la cadena industrial de alimentos; con el agravante de que no han cumplido el objetivo de erradicación del hambre en el mundo. En América Latina y el Caribe, 191 millones de personas se vieron afectadas por inseguridad alimentaria (FAO, OPS, WFP y UNICEF, 2019). Colombia presenta una Inseguridad alimentaria del 54.2% (Gobernación de Antioquia, 2019; Alcaldía de Medellín, 2021). Por ende, es necesario pensar en sistemas agroalimentarios que sean sostenibles y sustentables en el tiempo y que garanticen la alimentación de las personas; para lograrlo se presentan diferentes estrategias como: la compra local de alimentos y la red de huertas y semillas; estas están dirigidas a garantizar el acceso, disponibilidad y aprovechamiento biológico de los alimentos. Los mercados campesinos han sido una de mayor impacto, beneficiando a más de 500 familias, eliminando los intermediarios y fortaleciendo el crecimiento económico del campesinado. Se concluye, que es posible generar estrategias sustentables y sostenibles que contribuyan a la disminución de la inseguridad alimentaria en América Latina y el Caribe.



Referencias Capítulo 1

- Alcaldía de Medellín, 2021. Huertas contribuirán con la seguridad alimentaria de Medellín. Secretaría de Agricultura, Medellín, 2020. <https://www.medellin.gov.co/huertas-contribuiran-con-la-seguridad-alimentaria-de-Medellin>
- Andrade, J., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2022). Antimicrobial PLA-PVA multilayer films containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 375, 131861.
- Atarés, L., & Chiralt, A. (2016). Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends in food science & technology*, 48, 51-62.
- FAO, OPS, WFP y UNICEF. 2019. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019. Santiago. 135. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Folino, A., Karageorgiou, A., Calabrò, P. S., and Komilis, D. (2020). Biodegradation of wasted bioplastics in natural and industrial environments: A review. *Sustainability*, 12(15), 6030. <https://doi.org/10.3390/su12156030>
- Geueke, B. (2014). Food packaging & health. Bioplastics. Types, applications, toxicity and regulation of bioplastics used in food contact materials. *Food Packing Forum*. https://www.foodpackagingforum.org/fpf2016/wpcontent/uploads/2015/11/FPF_Dossier06_Bioplastics.pdf
- Geyer, R., Jambeck, J. R., and Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gobernación de Antioquia, Universidad de Antioquia, 2019. Perfil Alimentario y Nutricional de Antioquia 2019. https://drive.google.com/file/d/1LK6kiQz8OQDLs4yICTbIC-KLSnjg1_4K/view
- Grand View Research (GVR). (2020). Food Packaging Market Size, Share & Trends Analysis Report by Type (Rigid, Flexible), by Material (Paper, Plastic), by Application (Bakery and Confectionery), by Region, and Segment Forecasts, 2020 - 2027. <https://www.researchandmarkets.com/r/xj55da>
- Hernández-García, E., Vargas, M., & Chiralt, A. (2022). Starch-polyester bilayer films with phenolic acids for pork meat preservation. *Food Chemistry*, 385, 132650.
- Informes del Grupo de alto nivel de expertos (HLPE, 2019). Enfoques agroecológicos y otros enfoques innovadores, 182 https://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/HLPE/reports/HLPE_Report_14_ES.pdf
- Karan, H., Funk, C., Grabert, M., Oey, M., and Hankamer, B. (2019). Green bioplastics as part of a circular bioeconomy. *Trends in plant science*, 24(3), 237-249. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.11.010>
- Lucas, N.; Bienaime, C.; Belloy, C.; Queneudec, M.; Silvestre, F.; Nava-Saucedo, J.E. (2008) Polymer biodegradation: Mechanisms and estimation techniques. A review. *Chemosphere*, 73, 429–442.
- Navarro-dols, J. (2020). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21(June). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100240>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe>
- Takala, P.N.; Vu, K.D.; Salmieri, S.; Khan, R.A.; Lacroix, M. (2013). Antibacterial effect of biodegradable active packaging on the growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* in fresh broccoli stored at 4 °C. *LWT Food Sci. Technol*, 53, 499–506.



CAPÍTULO 2

ENVASES COMESTIBLES Y PELÍCULAS BIODEGRADABLES PARA EVITAR LA PÉRDIDA DE ALIMENTOS

Moderador: Oscar Vega-Castro, UdeA, Colombia
Colaboró: Dra. Noelia Fernanda Paz, ITAPROQ, Argentina

El envase de los alimentos define su vida útil, su presentación, su procesamiento y conservación microbiológica, fisicoquímica y sensorial, pero también establece el nivel de contaminación medioambiental. Los envases diseñados adecuadamente pueden prolongar la vida útil de muchos alimentos, reducir la cantidad de desecho y daño al medio ambiente. En el presente capítulo se presentan algunos ejemplos en la industria de alimentos sobre los envases biodegradables y películas comestibles

- 2.1 **U**so de residuo agroindustrial de pasta de tomate para el desarrollo de recubrimiento nanoemulsionado que reduzca la partidura en cerezas. Ricardo Villalobos Carvajal.
- 2.2 **D**esarrollo de películas a partir de proteínas de lactosuero con adición de agentes bioactivos. Granda-Restrepo, Diana.
- 2.3 **U**so del suero lácteo como estrategia sostenible para incrementar la bioaccesibilidad de empaques comestibles y alimentos funcionales. Katherine Bauer, Marcelo Valle y Ma Ximena Quintanilla Carvajal.
- 2.4 **R**ecubrimientos en frutas y verduras para alargar su vida útil. David-Úsuga, Dairon; Restrepo-Herrón Miller; Berrio-Jaramillo Marlon.



2.1 USO DE RESIDUO AGROINDUSTRIAL DE PASTA DE TOMATE PARA EL DESARROLLO DE RECUBRIMIENTO NANOEMULSIONADO QUE REDUZCA LA PARTIDURA EN CEREZAS.



Ricardo Villalobos Carvajal.

Departamento de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencia de la Salud y de los Alimentos. Grupo de Biopolímeros en Alimentos (GIBA), Universidad del Bío-Bío, Chile. r.villalobos@ubiobio.cl

La cereza (*Prunus avium*) es una de las especies frutícola más importante en Chile, debido a los altos precios pagados en los mercados asiáticos. Sin embargo, uno de los factores que incide sustancialmente en su calidad y comercialización en la zona centro-sur de Chile, es el desarrollo de partidura (cracking), provocado por el ingreso de agua de lluvias a través de su cutícula en épocas cercana a su cosecha. En el presente estudio, para reducir la ocurrencia de partidura de las cerezas, se desarrolló una nanoemulsión basada en ceras cuticulares extraídas desde residuos agroindustriales del procesamiento del tomate, con la finalidad de reforzar las propiedades de barrera al agua de la cutícula natural de las cerezas, mediante la formación de un recubrimiento en su superficie. La extracción de las ceras cuticulares se realizó mediante un proceso de extracción por solvente asistido por altas presiones hidrostáticas, las nanoemulsiones fueron obtenidas utilizando la tecnología de homogeneización por altas presiones y las aplicaciones de las nanoemulsiones sobre las cerezas en pre-cosecha, fueron realizadas mediante tecnología de electro spray asistida por aire. La aplicación de la nanoemulsión seleccionada sobre cerezas cv. Sweetheart en pre-cosecha, logró reducir el porcentaje de partidura al momento de la cosecha desde 38,9% (control) a un 18,4% en las cerezas con 3 aplicaciones de nanoemulsión. Se comprobó que la aplicación de la nanoemulsión no afectó los parámetros de calidad del fruto (pH, acidez titulable, sólidos solubles, firmeza, color) durante su almacenamiento en refrigeración postcosecha (Gutierrez- Jara et al., 2021).



2.2 DESARROLLO DE PELÍCULAS A PARTIR DE PROTEÍNAS DE LACTOSUERO CON ADICIÓN DE AGENTES BIOACTIVOS.



Diana Granda-Restrepo

Universidad de Antioquia, Grupo de investigación BIOALI, Medellín, Colombia. diana.granda@udea.edu.co

La demanda de los consumidores por materiales de envase naturales, renovables y biodegradables entre 2016-2020 aumentó a una tasa de 8,4% anual. Para el año 2025 se espera que la demanda global de envases elaborados a partir de bioplásticos puede llegar a 2.87 MT. Alrededor de 170.000 MT de biomasa se producen en la naturaleza y de esa cantidad, cerca de 3,5% son utilizados por la humanidad, convirtiéndose en una fuente inagotable de carbohidratos, proteínas y lípidos. La industria del queso genera como residuo el suero, el cual contiene proteínas como β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina, con las cuales se pueden generar polímeros biodegradables con excelentes propiedades de barrera. Metodología. Ajustando parámetros como concentración de proteína, temperatura, tiempo, pH, entre otras condiciones, se han logrado desarrollar soluciones de trabajo para elaborar recubrimientos y películas con antioxidantes (α -tocoferol, extracto orégano) y/o agentes antimicrobianos naturales (natamicina y extracto orégano). Resultados. Se confirmó que los polímeros mantienen la acción antioxidante y/o antimicrobiana de los compuestos adicionado, sin afectar su carácter biodegradable. Conclusiones. La normativa y la salud del planeta nos obligan a hacer grandes esfuerzos para avanzar a pasos acelerados hacia el desarrollo y comercialización de materiales amigables con el ambiente, pero tecnológicamente viables para los procesos de comercialización (Duarte & Granda-Restrepo, 2018).



2.3 USO DEL SUERO LÁCTEO COMO ESTRATEGIA SOSTENIBLE PARA INCREMENTAR LA BIOACCESIBILIDAD DE EMPAQUES COMESTIBLES Y ALIMENTOS FUNCIONALES.



Katherine Bauer, Marcelo Valle y Ma Ximena Quintanilla Carvajal.

Universidad de La Sabana, Bogotá, Colombia. maria.quintanilla1@unisabana.edu.co

En países como Colombia, sigue siendo contradictorio el hecho de que se importen miles de toneladas de lactosuero cada año, mientras que más del 60% del producido en el país se sigue desperdiciando y tirando en afluentes y suelos (Bernadette, 2016). Con el fin de darle un uso adecuado a este suero, el Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales (GIPA) ha incursionado en la valorización e inclusión de este material en diferentes procesos y diseño de productos.

Dentro de las investigaciones llevadas a cabo por el grupo, se ha utilizado el suero de leche como principal componente en el diseño de medios de cultivo para microorganismos probióticos (Aragón-Rojas et al., 2018; Bauer Estrada et al., 2022). De la misma manera se ha utilizado como material de pared en diferentes procesos de encapsulación de dichos microorganismos, además de su inclusión en los respectivos procesos de escalado (Aragón-Rojas et al., 2019, 2020). Adicionalmente, por sus propiedades, este material se ha utilizado como base para encapsular diferentes matrices lipídicas y para el diseño de materiales biodegradables y empaques comestibles a través del uso de la tecnología de electro-hilado, permitiendo obtener films con probióticos y aceites encapsulados para su uso como empaques funcionales (David Beltrán et al., 2019; Hernández-Carrión et al., 2021; Ricaurte et al., 2020; Silva-Avellaneda et al., 2021).

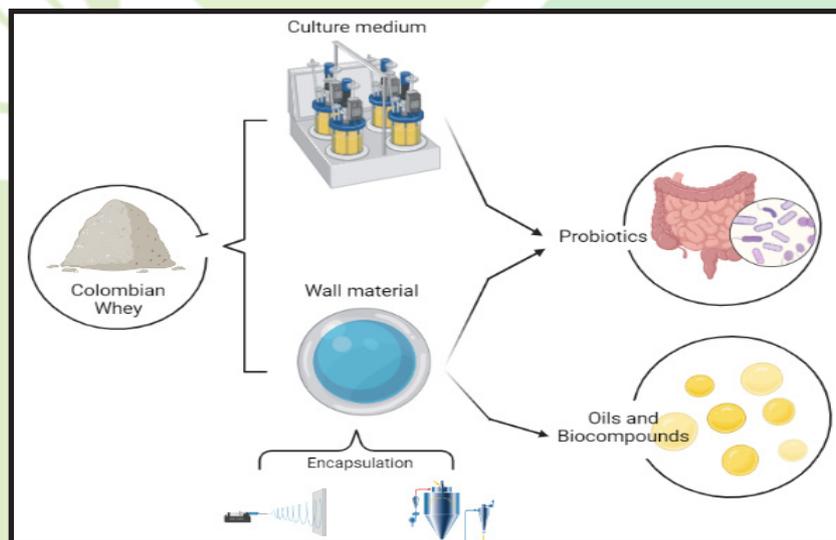


Figura 2.1. Uso del suero en empaques comestibles y alimentos funcionales.



2.4 RECUBRIMIENTOS EN FRUTAS Y VERDURAS PARA ALARGAR SU VIDA ÚTIL.



Dairon David-Úsuga¹, Miller Restrepo-Herrón, Marlon Berrio-Jaramillo.

¹Grupo de Investigación BIOALI; Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias-Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53-108, Bloque 2-105 Medellín-Colombia. dairon.david@udea.edu.co

A nivel mundial se pierde el 34% de los alimentos, de estos, el 62% corresponde a frutas y verduras (PlasticsEurope, 2020). Estos productos están sujetos a reacciones de degradación que conducen al deterioro, afectando la calidad de los productos. Actualmente, el envasado de productos frescos se aplican métodos como: atmósferas modificadas y uso de envases activos e inteligente a partir de plásticos (Ait-Oubahou & Hanani, 2019); sin embargo, su uso conlleva a una problemática ambiental cada vez mayor. Para el año 2019, la producción mundial de plásticos para la industria de alimentos se estimó en 74 millones de toneladas, muchos de estos de un solo uso, generando un problema ambiental en el ecosistema debido a su baja tasa de degradación (United Nations Environment Programme, 2021). Dado lo anterior, se hace importante buscar alternativas al uso de los plásticos de origen petroquímicos. Una alternativa es el uso de recubrimientos a partir de hidocoloides, lípidos, o sus mezclas, capaces de reducir la velocidad de procesos metabólicos, aumentando la vida útil de los productos hortofrutícolas (Paul, 2019). En los estudios realizados con almidones nativos y modificados de yuca combinados con proteínas de suero y extracto de aceite esencial de orégano como agente antifúngico y antimicrobiano, se encontró una reducción en el crecimiento de cepas de hongos *Botrytis cinerea*, conservación de las características fisicoquímicas y sensoriales, mejora en la protección durante el almacenamiento y transporte y extensión de la vida útil en fresas, mangos y aguacates. En general se puede concluir, que los recubrimientos son una buena forma de extender la vida útil de los alimentos además de que conservan las propiedades de los mismos y son una alternativa para el mejoramiento de entorno ambiental del planeta.



Referencias Capítulo 2

- Ait-Oubahou, A., & Hanani, Z. (2019). Packaging. En E. M. Yahia, *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities* (págs. 375-398). Duxford: Woodhead Publishing. doi:<https://doi.org/10.1016/C2016-0-04890-8>
- Aragón-Rojas, S., Hernández-Álvarez, A. J., Mainville, I., Arcand, Y., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2020). Effect of the carrier material, drying technology and dissolution media on the viability of: *Lactobacillus fermentum* K73 during simulated gastrointestinal transit. *Food and Function*, 11(3), 2339–2348. <https://doi.org/10.1039/c9fo01091b>
- Aragón-Rojas, S., Quintanilla-Carvajal, M. X., Hernández-Sánchez, H., Hernández-Álvarez, A. J., & Moreno, F. L. (2019). Encapsulation of *Lactobacillus fermentum* K73 by Refractance Window drying. *Scientific Reports*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42016-0>
- Aragón-Rojas, S., Ruiz-Pardo, R. Y., Hernández-Sánchez, H., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2018). Optimization of the production and stress resistance of the probiotic *Lactobacillus fermentum* K73 in a submerged bioreactor using a whey-based culture medium. <http://Mc.Manuscriptcentral.Com/Tcyt>, 16(1), 1064–1070. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1527785>
- Bauer Estrada, K., Caldas Abril, M., Bonilla Bravo, V., Ruiz, M., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2022). Whey as Food-Grade Culture Medium on an Industrial Scale That Protects Probiotics During In Vitro Digestion. *Frontiers in Food Science and Technology*, 0, 8. <https://doi.org/10.3389/FRFST.2022.894761>
- Bernadette, K. (2016). Suero lácteo, clave en la innovación de alimentos. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/suero-lacteo-clave-innovacion-alimentos-61526>
- David Beltrán, J., Ricaurte, L., Bauer Estrada, K., & Ximena Quintanilla-Carvajal, M. (2019). Effect of homogenization methods on the physical stability of nutrition grade nanoliposomes used for encapsulating high oleic palm oil. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108801>
- Duarte Y. y Granda-Restrepo D.M. (2018). Productos Naturales como fuente de materias primas para la elaboración de envases activos. Capítulo em el libro: *studios interdisciplinarios de investigación en Ingeniería*. Publicado por: Sello Editorial Coruniamericana de la Corporación Universitaria Americana.
- Gutiérrez-Jara C, Bilbao-Sainz C, McHugh T, Chiou B-S, Williams T, Villalobos-Carvajal R. Effect of Cross-Linked Alginate/Oil Nanoemulsion Coating on Cracking and Quality Parameters of Sweet Cherries. *Foods*. 2021; 10(2):449. <https://doi.org/10.3390/foods10020449>
- Hernández-Carrión, M., Moyano-Molano, M., Ricaurte, L., Clavijo-Romero, A., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2021). The effect of process variables on the physical properties and microstructure of HOPO nanoemulsion flakes obtained by refractance window. *Scientific Reports* 2021 11:1, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88381-7>
- Paul, S. K. (2019). *Edible Films and Coatings for Fruits and Vegetables*. *Materials Science and Materials Engineering*, 1-11. *Plastics Europe*. (2020). *Plastics – the Facts 2020*. Bruselas. Obtenido de <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>
- Ricaurte, L., Santagapita, P. R., Díaz, L. E., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2020). Edible gelatin-based nanofibres loaded with oil encapsulating high-oleic palm oil emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 595, 124673. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124673>
- Silva-Avellaneda, E., Bauer-Estrada, K., Prieto-Correa, R. E., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2021). The effect of composition, microfluidization and process parameters on formation of oleogels for ice cream applications. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86233-y>
- United Nations Environment Programme. (2021). *Neglected: Environmental Justice Impacts of Marine Litter and Plastic Pollution*. Nairobi. Obtenido de <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/35417/EJIPP.pdf>



CAPÍTULO 3

PARA CERRAR EL CÍRCULO: REVALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES COMO INGREDIENTES FUNCIONALES.

Moderadora: Dra. Alejandra Medrano, UDELAR, Uruguay
Colaboró: Lic. Melina Lionello, ITAPROQ, Argentina

En las industrias se producen grandes cantidades de subproductos y desechos que pueden ser un problema de contaminación si no reutilizan. El presente capítulo da información de herramientas para revalorizar estos subproductos transformándolos en ingredientes funcionales para la industria alimenticia, farmacéutica u otras, generando así mayor rentabilidad económica y un desarrollo agroindustrial sostenible.

- 3.1 **R**esiduos de la industria olivícola para ingredientes de interés alimentario, cosmético y farmacéutico. Paz Robert Canales.
- 3.2 **R**ecuperación de antioxidantes a partir de alperujo empleando métodos amigables con el medio ambiente. Gastón E. Maraulo, Cristina dos Santos Ferreira, M. Florencia Mazzobre
- 3.3 **A**provechamiento de subproductos de industrialización de remolacha: desde la molécula al producto. Tatiana Rocio Aguirre-Calvo, Mercedes Perullini, Patricio Román Santagapita
- 3.4 **O**portunidades para el aprovechamiento de residuos de frutos rojos. Rocío Corfield, Maite Gagneten, Diego Archaina, Carolina Schebor.
- 3.5 **D**esarrollo de productos alimentarios y cosméticos a partir de la borra de café. Osorio-Arias, Stefany Delgado, Leysi Cano, Stefany Zapata, Oscar Vega-Castro*
- 3.6 **E**l lactosuero como materia prima para el desarrollo de alimentos sustentables y sostenibles. Juan Diego Cortez-Latorre, Facundo Cuffia y Sergio Rozycki
- 3.7 **Q**uesos Untables y Postres Lácteos a Partir de Lactosuero. Sergio Rozycki, Leonardo Calderón y Juan Diego Cortez-Latorre



3.1 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA OLIVÍCOLA PARA INGREDIENTES DE INTERES ALIMENTARIO, COSMÉTICO Y FARMACÉUTICO.



Paz Robert Canales.

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. proberts@uchile.cl

El árbol de olivo considerado un árbol sagrado para los fenicios, egipcios y griegos, produce como fruto aceitunas, a partir de las cuales se obtiene el aceite de oliva. Sin embargo, en la industria olivícola se generan una serie de residuos dependiendo del tipo de proceso de centrifugado aplicado. Residuos como alpechín y orujo son obtenidos en un decanter de tres fases ó alperujo en un decanter de dos fases. Los residuos se utilizan principalmente como agua de riego, abono y combustible. En este contexto, estos residuos podrían contextualizarse en la economía circular y ser utilizados como materias primas fuente de polifenoles con importantes efectos biológicos. Las hojas de olivo, residuo de la cosecha de las aceitunas es uno de los residuos con aplicación ancestral como infusiones diuréticas y para bajar la fiebre.

Actualmente, se comercializan nutraceuticos basados en las propiedades de los extractos de hojas de olivo como: balance fisiológico de los azúcares, salud inmunológica, y ayuda en la circulación sanguínea y presión vascular. Mientras que la industria cosmética se interesa en las propiedades de los extractos para el desarrollo de cremas con características anti envejecimiento. Los esfuerzos también están siendo dirigidos hacia la industria alimentaria para obtener ingredientes saludables (Buera et al., 2021).



3.2 RECUPERACIÓN DE ANTIOXIDANTES A PARTIR DE ALPERUJO EMPLEANDO MÉTODOS AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

Gastón E. Maraulo[a][c], Cristina dos Santos Ferreira[b], M. Florencia Mazzobre[a][c]

[a] Universidad de Buenos Aires. FCEN. Dpto. de Industrias. CABA. Argentina.

[b] Universidad de Buenos Aires. FCEN. Dpto. de Química Orgánica. CABA, Argentina

[c] CONICET-UBA, Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ), Buenos Aires, Argentina. gmaraulo@conicet.gov.ar

La economía circular constituye una tendencia mundial que tiene como objetivo reducir tanto el uso de recursos primarios como la generación de residuos mediante ciclos o flujos ecológicos y económicos de producción (Stahel, 2016). Los residuos agroindustriales son fuentes interesantes de compuestos bioactivos, sin embargo, su extracción generalmente se asocia con técnicas que requieren el empleo de solventes orgánicos (Alamilla-Beltrán et al., 2022). Las ciclodextrinas son oligosacáridos cíclicos, no tóxicos, que forman complejos de inclusión con diferentes compuestos, y modifican así la solubilidad en agua y/o biodisponibilidad de los compuestos encapsulados (Szejtli, 1998; Tommasini et al., 2004).

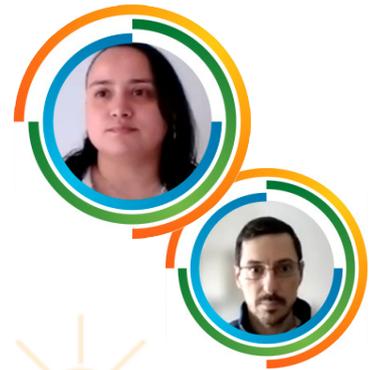
Nuestro proyecto tiene como objetivo estudiar el uso combinado de soluciones acuosas de β -ciclodextrina (BCD) con ultrasonido para extraer compuestos antioxidantes a partir de un residuo de la industria olivícola como el alperujo, en una sola etapa y sin usar solventes orgánicos. Para ello se evaluó el efecto de distintas variables de extracción como relación muestra/solvente, concentración de BCD y tiempo de sonicación y/o de agitación a distintas temperaturas, sobre la capacidad antirradicalaria (AO) y el contenido de polifenoles totales (CP) de los extractos. El uso de soluciones acuosas de BCD como solvente permitió una extracción eficiente de polifenoles y compuestos antioxidantes, siendo óptimos los valores para soluciones BCD 15 mM, ultrasonido 10 min, agitación 21 h a 60°C y relación muestra/solvente 1:20 m/m. El análisis de extractos liofilizados mediante calorimetría de barrido diferencial, microscopía electrónica de barrido y colorimetría mostró que la BCD interactúa formando complejos con compuestos antioxidantes del alperujo. La presencia de BCD mejoró además la estabilidad y apariencia del activo deshidratado. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran el gran potencial del uso de soluciones acuosas de ciclodextrina en combinación con ultrasonido como método ecológico para recuperar de manera sostenible compuestos de interés a partir de vegetales o subproductos.



Figura 3.1. Extracción verde de antioxidantes a partir de alperujo



3.3 APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE REMOLACHA: DESDE LA MOLÉCULA AL PRODUCTO



Tatiana Rocio Aguirre-Calvo^{a,b}, Mercedes Perullini^{f,g}, Patricio Román Santagapita^{a,b}

traguic@gmail.com; patricio.santagapita@gmail.com

^a Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Química Orgánica y Departamento de Industrias. Buenos Aires, Argentina. ^b CONICET-Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigación en Hidratos de Carbono (CIHIDECAR). Buenos Aires, Argentina. ^c Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física. Buenos Aires, Argentina. ^d CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE). Buenos Aires, Argentina.

Las hojas y los tallos de remolacha (un subproducto alimenticio) representan la mitad del peso fresco de la remolacha cultivada y poseen compuestos bioactivos valiosos (betacianina y compuestos fenólicos) de alto valor agregado (Aguirre-Calvo y col., 2018). Estos compuestos se encapsularon en cápsulas de Ca(II)-alginate utilizando diversos excipientes y considerando su efecto en las propiedades funcionales y los cambios microestructurales evaluando el perfil antioxidante y los cambios moleculares y supramoleculares (1-100 nm) mediante dispersión dinámica de luz a bajos ángulos (Traffano-Schiffo et al., 2020; Aguirre Calvo y col., 2019). La optimización de las cápsulas y su comportamiento en digestión-fermentación *in vitro* permitió el diseño de dos alimentos (galletitas y delicias turcas) conteniendo cápsulas en los que se evaluaron las características sensoriales y de bioaccesibilidad *in vitro* (Aguirre Calvo y col., 2020 y 2021). Los resultados muestran algunas asociaciones positivas con respecto a los alimentos formulados cuya aceptabilidad era mayor que las cápsulas (presentadas como caviar molecular), así como una relevante bioaccesibilidad en todos los casos. Estos resultados conducen a generar sistemas mejorados de Ca(II)-alginate con propiedades funcionales prometedoras para el desarrollo de ingredientes y alimentos funcionales.

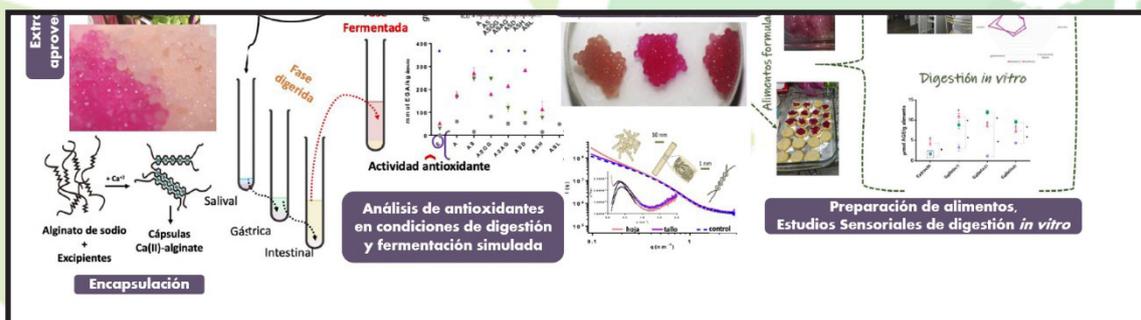


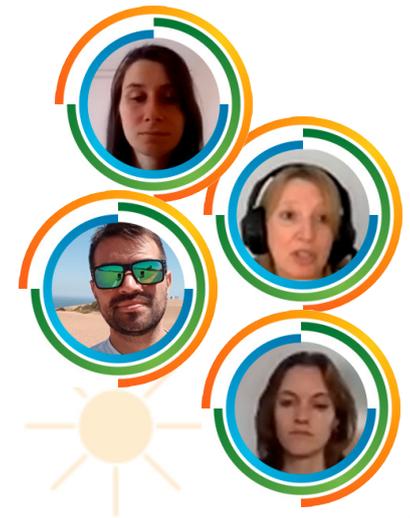
Figura 3.2. Aprovechamiento de subproductos de la remolacha



3.4 OPORTUNIDADES PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE FRUTOS ROJOS.

Rocío Corfield, Maite Gagneten, Diego Archaina, Carolina Schebor.

rocio.corfield@gmail.com cschebor@yahoo.com.ar



Las principales fuentes generadoras de residuos de frutos rojos provienen de la fruta de descarte que no cumple con los estándares para su comercialización directa, y de la producción de vino y jugos. En el desarrollo de estos últimos, el residuo es generado a partir del prensado de la fruta, obteniéndose grandes cantidades de torta (orujo). Tanto la fruta de descarte como el orujo son ricos en compuestos valiosos como fitoquímicos, aceites de semilla, fibra dietética y minerales (Alba et al., 2018). Entre los fitoquímicos se destacan pigmentos antocianicos, polifenoles y otros compuestos con actividad antioxidante, los cuales presentan diversas propiedades beneficiosas para la salud del ser humano (Struck et al., 2016). Dadas las características de estos residuos, resulta interesante su aprovechamiento para el desarrollo de ingredientes con potencial funcional, colorantes naturales y alimentos con un perfil nutricional mejorado. Actualmente, la utilización de los estos residuos es muy ineficiente, siendo los principales destinos la alimentación animal y el empleo como fertilizantes (Venskutonis, 2020). Uno de los principales inconvenientes que presentan estos residuos es el alto contenido de humedad que los predispone al rápido deterioro debido al crecimiento microbiano (Diez-Sánchez et al., 2021). Por lo tanto, para poder utilizarlos es necesario garantizar una buena conservación del material a fin de preservar su calidad e inocuidad. Existen numerosas estrategias que podrían ser implementadas para valorizar estos residuos y aprovechar sus constituyentes. Los residuos de los frutos rojos pueden ser deshidratados sin procesamiento previo y ser incorporados en la formulación de un alimento, o pueden extraerse los compuestos de interés y posteriormente generar ingredientes o alimentos nutraceuticos. Entre las estrategias para desarrollar extractos ricos en fitoquímicos se destacan la aplicación de tecnologías verdes, tales como tratamientos enzimáticos, ultrasonido o campos eléctricos pulsados. Estos tratamientos, además de utilizar tecnologías no contaminantes, han demostrado mejorar sustancialmente la extracción de compuestos bioactivos comparados con tratamientos tradicionales. Obtenidos los extractos, los mismos se pueden deshidratar, solos o acompañados de un material de pared para su encapsulación a fin de brindar protección a los compuestos de interés, y posteriormente emplear los polvos como ingredientes o colorantes alimentarios. Adicionalmente, la fruta de descarte se puede utilizar para el desarrollo de snacks, o ingredientes empleando diferentes técnicas de secado como liofilización o secado por convección.

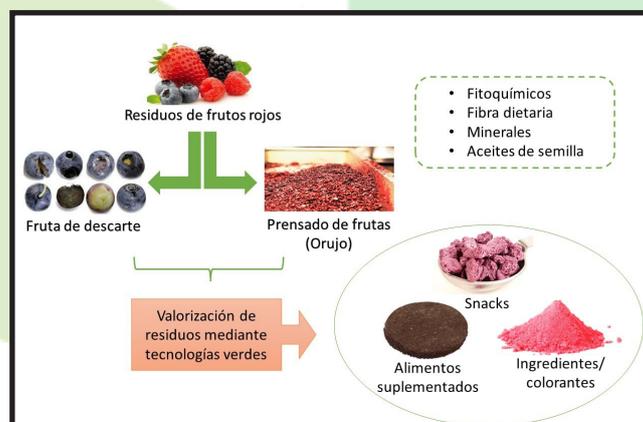


Figura 3.3. Aprovechamiento de residuos de frutos rojos



3.5 DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS Y COSMÉTICOS A PARTIR DE LA BORRA DE CAFÉ.



Osorio Arias, Stefany Delgado, Leysi Cano, Stefany Zapata, Oscar Vega-Castro

Grupo de Investigación BIOALI; Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias-Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53-108, Bloque 2-105 Medellín-Colombia. oscar.vega@udea.edu.co

Actualmente en el mundo se consumen alrededor de 2 billones de tazas de café al día lo que genera alrededor de 6 millones de toneladas de borra de café al año, siendo un problema ambiental a nivel de contaminación de aguas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una materia prima funcional a partir de la borra de café, por medio de procesos de secado convectivo y secado spray, posteriormente se desarrollaron productos cosméticos y un yogurt, los cuales se les determino textura, reología, además de contenido de antioxidantes. En general se logró determinar que el contenido de antioxidantes de la borra de café osciló entre 43.09 - 319.08 ($\mu\text{MolETrolox/gbs}$). La crema exfoliante logró una capacidad de exfoliación de 2.05. Por último, los valores de la dureza del yogurt vario entre 76 - 30 N. En general, se puede concluir que la borra de café es un residuo susceptible de aprovechamiento por medio de procesos de secado: convectivos y de spray; obteniéndose una materia prima apta para el desarrollo de productos alimenticios y cosméticos, siendo así una contribución al mejoramiento del impacto del medio ambiente, generado por el consumo de café a nivel mundial (Osorio-Arias et al., 2019, 2020 a, b y c, 2022; Delgado-Arias et al., 2019).



Figura 3.4. Proceso de secado convectivo de la borra de café



3.6 EL LACTOSUERO COMO MATERIA PRIMA PARA EL DESARROLLO DE ALIMENTOS SUSTENTABLES Y SOSTENIBLES.



Juan Diego Cortez-Latorre, Facundo Cuffia y Sergio Rozycki.

Instituto de Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. sdrozycki@hotmail.com

La FAO estima que para el 2050 se necesitará al menos un 70% más de alimento para la humanidad. Por lo cual, el aprovechamiento de todos los recursos se vuelve una necesidad. El lactosuero, que es la fracción de la leche remanente del proceso de elaboración de quesos, y que contiene aproximadamente el 50% de los nutrientes originales y agua, es la principal problemática del sector lácteo, por su rápido deterioro y elevado poder contaminante, como se observa en la Figura 1 (Asunis et al., 2021; Tsermoula et al., 2021; Cortez, 2018). Para separar y aprovechar sus componentes mediante tecnologías de membranas, se requiere de volúmenes elevados que justifiquen su procesamiento y un tratamiento adicional al permeado obtenido. Por esto, el desarrollo de productos in situ, que permitan aprovechar estos remanentes como materia prima en la formulación de alimentos, es una estrategia enfocada en reducir el impacto ambiental, incrementar los ingresos de los establecimientos a través de la diversificación de la oferta de productos, generación de fuentes de empleo y principalmente proveer alimentos inocuos y saludables (Pires et al., 2021; Castells et al., 2017). A través de un estudio de percepción realizado, se ha evidenciado que existe cierto desconocimiento en su uso y que es factible el desarrollo de alimentos a partir de lactosuero, siendo ésta una alternativa sustentable y sostenible (Figura 1).

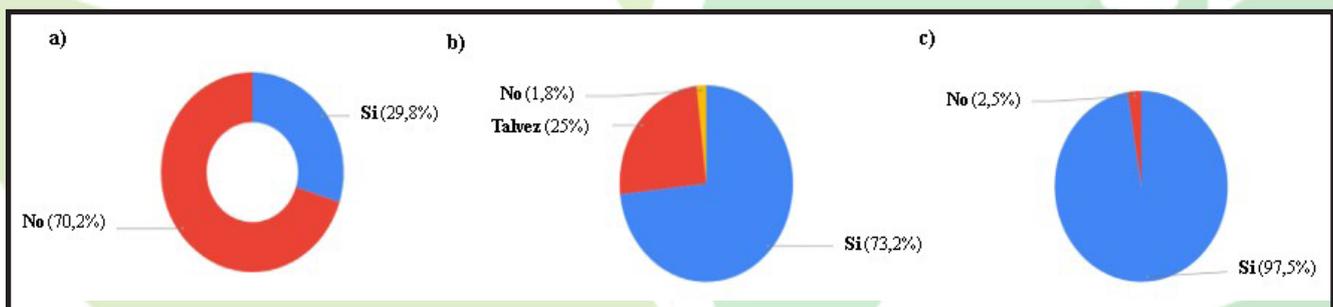


Figura 3.5. Resultados de encuestas: a) Es de su conocimiento que el suero contiene el 50% de los sólidos totales de la leche? b) Consumiría alimentos nutritivos a base de suero de buena calidad? c) Consumiría alimentos a base de suero con propiedades benéficas para la salud?



3.7 QUESOS UNTABLES Y POSTRES LÁCTEOS A PARTIR DE LACTOSUERO.



Sergio Rozycki, Leonardo Calderón y Juan Diego Cortez-Latorre.

Instituto de Tecnología de los Alimentos (ITA). Facultad de Ingeniería Química (FIQ). Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe, Argentina.
sdrozycki@hotmail.com

El lactosuero es un subproducto de la elaboración de Quesos tradicionales, subvalorado y desaprovechado por la mayoría de las empresas lácteas, principalmente PyMES, que no utilizan sus principales nutrientes (calcio y proteínas de suero) vertiéndolo en cauces a cielo abierto, muchas veces sin el tratamiento reglamentario, generando polución ambiental y contaminación de napas freáticas (Moatsou y Moschopoulou, 2021; Delmonte et al., 2022).

Su utilización para desarrollar Productos Lácteos Funcionales, como Quesos Untables (Figura 1) y Postres Lácteos, junto con Kefir, es una alternativa económicamente muy prometedora. Los dos primeros productos actualmente son de consumo masivo y en franco crecimiento, con elevado valor agregado, que permite aumentar la sustentabilidad y rentabilidad de las empresas, generando trabajo genuino en la región circundante a las mismas (Barba, 2021; Smithers, 2015).

El Kefir es considerado por muchos investigadores el mejor Producto Lácteo Probiótico (Yilmaz et al., 2022).

Se detallarán los lineamientos generales del desarrollo de los 3 productos mencionados, de sus procesos de producción, la optimización de las formulaciones y el control de calidad durante la vida útil considerando los diferentes tipos (físicoquímico, reológico, textural y sensorial). También, se mencionarán las líneas futuras de investigación, para desarrollar productos de máxima calidad y aceptación por parte de los consumidores, similares a productos líderes del mercado.

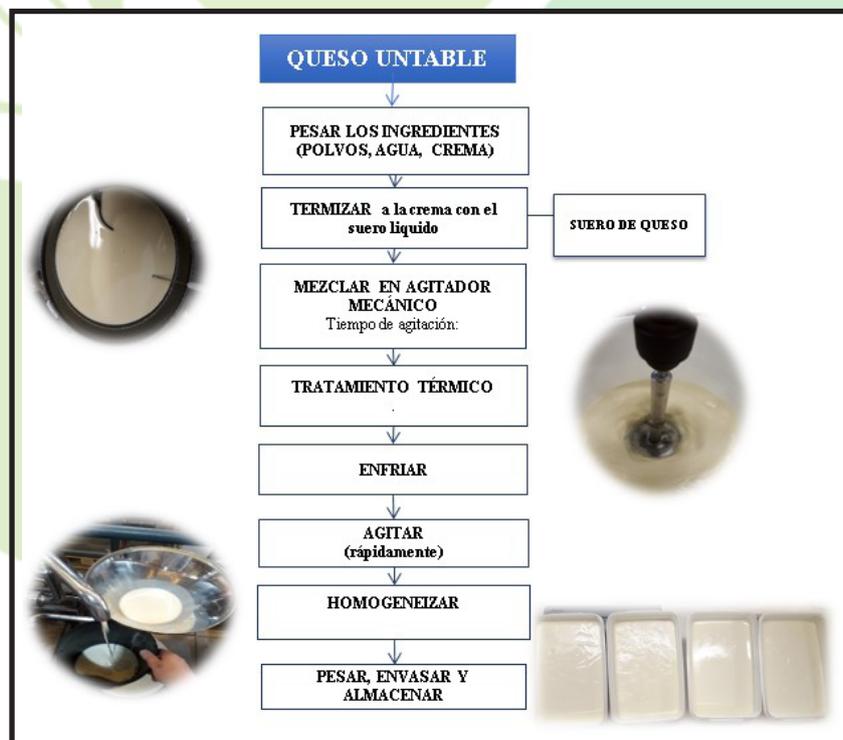


Figura 3.6. Esquema de elaboración de un queso untable a partir de lactosuero.



Referencias Capitulo 3

- Alba, K.; Campbell, G. M.; Kontogiorgos, V. (2019). Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. *J Sci Food Agric*, 99: 4189–4199.
- Aguirre Calvo, T. R., Perullini, M., & Santagapita, P. R. (2018). Encapsulation of betacyanins and polyphenols extracted from leaves and stems of beetroot in Ca (II)-alginate beads: A structural study. *Journal of Food Engineering*, 235, 32-40.
- Aguirre Calvo, T. R., Santagapita, P. R., & Perullini, M. (2019). Functional and structural effects of hydrocolloids on Ca (II)-alginate beads containing bioactive compounds extracted from beetroot. *Lwt*, 111, 520-526.
- Aguirre-Calvo, T. R., Molino, S., Perullini, M., Rufián-Henares, J. Á., & Santagapita, P. R. (2020). Effect of in vitro digestion-fermentation of Ca (II)-alginate beads containing sugar and biopolymers over global antioxidant response and short chain fatty acids production. *Food Chemistry*, 333, 127483
- Aguirre-Calvo, T. R., Aguirre-Calvo, D., Perullini, M., & Santagapita, P. R. (2021). A detailed microstructural and multiple responses analysis through blocking design to produce Ca (II)-alginate beads loaded with bioactive compounds extracted from by-products. *Food Hydrocolloids for Health*, 1, 100030.
- Alamilla-Beltrán, P. Buera, B.H. Camacho-Díaz, J. Gabilondo (Compiladores) (2022) Subproductos agroindustriales y recursos autóctonos : procesamiento y técnicas de análisis. Buenos Aires : Ediciones INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro.
- Asunis, F., De Gioannis, G., Francini, G., Lombardi, L., Muntoni, A., Poletti, A., ... & Spiga, D. (2021). Environmental life cycle assessment of polyhydroxyalkanoates production from cheese whey. *Waste Management*, 132, 31-43.
- Barba, F. J. (2021). An integrated approach for the valorization of cheese whey. *Foods*, 10(3), 564.
- Buera, P., Abirached, C., Alamilla-Beltrán, L., Busch, V. M., dos Santos, C. I., Farroni, A., ... & Vasile, F. E. (2021). Ibero-American Network as a Collaborative Strategy to Provide Tools for the Development of Phytopharmaceuticals and Nutraceuticals. *Phytopharmaceuticals: Potential Therapeutic Applications*, 19-57.
- Castells, M.L., Gonzalez, M., Mattos, C., Juliano, P., Mellinger, C., Sepulveda, J., Jorcín, S., Krolow, A. C., Di Risio, J. y López, T. (2017). Alternativas de valorización de suero de quesería. En: Valorización del lactosuero. En: Muset, G. y Castelles, M. L. (Eds.), Valorización del lactosuero (pp. 11-13). Primera edición, ISBN 978-950-532-341-8. Buenos Aires. INTI.
- Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M., 2(1), 228–244. DOI 10.18502/epoch.v2i2.11197
- Cortez, J. D. (2018). Lechería e industria quesera en la república del Ecuador. Trabajo final integrador presentado como parte de los requisitos de la Universidad Nacional del Litoral, para la obtención del grado académico de especialista en ciencia y tecnología de la leche y productos lácteos. Santa Fe, Argentina.
- Delgado-Arias S, Zapata-Valencia S, Cano-Agudelo Y, Osorio-Arias J, Vega-Castro O. Evaluation of the antioxidant and physical properties of an exfoliating cream developed from coffee grounds. *J Food Process Eng.* (2019); e13067.
- Delmonte A, Cortez-Latorre JD, Rozycki SD (2022). Whey Revalorization through the Development of Spreadable Cheeses . *ESPOCH*
- Díez-Sánchez E.; Quiles A.; Hernando I. (2021). Use of Berry Pomace to Design Functional Foods. *Food Reviews International*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/07559129.2021.2010217>
- Moatsou, G., & Moschopoulou, E. (2021). CHEESE and WHEY: The Outcome of Milk Curdling. *Foods*, 10(5), 1008.
- Osorio-Arias J, Contreras-Calderón J, Martínez-Monteagudo SI, Vega-Castro O. Nutritional and functional properties of spent coffee ground-cheese whey powder. *J Food Process Eng.* 2022;45:e13524.
- Osorio-Arias, J., Delgado-Arias, S., Cano, L. et al. Sustainable Management and Valorization of Spent Coffee Grounds Through the Optimization of Thin Layer Hot Air-Drying Process. *Waste Biomass Valor* 11, 5015–5026 (2020a).
- Osorio-Arias, S. Delgado-Arias, Y. Duarte-Correa, E. Largo-Ávila, D. Montañó, Ricardo Simpson, O. Vega-Castro, New powder material obtained from spent coffee ground and whey protein; Thermal and morphological analysis, *Materials Chemistry and Physics*, Volume 240, (2020b), 122171.
- Osorio-Arias, Angela Pérez-Martínez, Oscar Vega-Castro, Sergio I. Martínez-Monteagudo-Rheological, texture, structural, and functional properties of Greek-style yogurt fortified with cheese whey-spent coffee ground powder, *LWT*, Volume 129, (2020c).
- Pires, A. F., Marnotes, N. G., Rubio, O. D., Garcia, A. C., & Pereira, C. D. (2021). Dairy By-Products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey. *Foods*, 10(5), 1067.
- Smithers, G. W. (2015). Whey-ing up the options—Yesterday, today and tomorrow. *International Dairy Journal*, 48, 2-14.
- Stahel, W. (2016). The circular economy. *Nature* 531, 435–438 (2016).
- Szejtli, J. (1998). Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry. *Chemical Reviews*, 98(5), 1743–1754.
- Struck S.; Plaza M.; Turner C.; Rohm H. (2016). Berry pomace—a review of processing and chemical analysis of its polyphenols. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 1305–1318.



Tommasini, S., Raneri, D., Ficarra, R., Calabrò, M. L., Stancanelli, R., & Ficarra, P. (2004). Improvement in solubility and dissolution rate of flavonoids by complexation with β -cyclodextrin. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 35, 379–387.

Traffano-Schiffo, M. V., Calvo, T. R. A., Avanza, M. V., & Santagapita, P. R. (2020). High-intensity ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from cowpea pods and its encapsulation in hydrogels. *Heliyon*, 6(7), e04410.

Tsermoula, P., Khakimov, B., Nielsen, J. H., & Engelsen, S. B. (2021). WHEY-The waste-stream that became more valuable than the food product. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 230-241.

Venskutonis, P. R. (2020). Berries. En Charis M. Galanakis. *Valorization of Fruit Processing By-products* (págs. 95-125). Food Waste Recovery Group, ISEKI Food Association, Vienna, Austria.

Yilmaz, B., Sharma, H., Melekoglu, E., & Ozogul, F. (2022). Recent developments in dairy kefir-derived lactic acid bacteria and their health benefits. *Food Bioscience*, 46, 101592.



CAPÍTULO 4

APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NO MADERABLES DE BOSQUES Y MONTES, PARA FOMENTAR INNOVACIONES DE IMPACTO TECNOLÓGICO Y SOCIAL.

Moderador: Dr. Franco Vasile, Universidad Nacional del Chaco Austral-CONICET, Argentina
Colaboró: Lic. Rocío Corfield Universidad de Buenos Aires-ITAPROQ, Argentina

Los recursos no maderables ofrecidos por los bosques han sido desde tiempos remotos una forma de conservar la tradición, la biodiversidad, y mantener una relación amigable con la naturaleza a largo plazo. Este capítulo narra algunas formas de aprovechamiento de estos recursos no madereros para ser utilizados en diversas estrategias de interés para una explotación no maderera de los bosques autóctonos y su aprovechamiento integral.

- 4.1 **A**spectos ecológicos y tecnológicos de las abejas con y sin agujón. Cecilia Alejandra Romero
- 4.2 **M**anejo del algarrobo en sistemas silvopastoriles: aportes de bienes y servicios. Marcos Atanasio
- 4.3 **P**erspectivas de aprovechamiento de la goma exudada del algarrobo banco. Lorena Pernochi.
- 4.4 **P**lanta de molienda de frutos autoctonos del NOA un camino de construccion conjunta. Villarreal, ME; Sigotto, YS; Lescano, NE; Costa Macías, KE; Salcedo, GA
- 4.5 **G**oma espina corona: un hidrocoloide no convencional como modificador de viscosidad y textura. Patricia Hilda Risso



4.1 ASPECTOS ECOLÓGICOS Y TECNOLÓGICOS DE LAS ABEJAS CON Y SIN AGUIJÓN



Cecilia Alejandra Romero

Universidad Nacional del Chaco Austral, Argentina. ceciliaromero@uncaus.edu.ar

Existen alrededor de 20.000 especies de abejas en el mundo y en la Argentina se han reconocido cerca de 1.100 especies de abejas silvestres. Las abejas sin aguijón se distribuyen en zonas tropicales y subtropicales, mientras que las abejas con aguijón abarcan mayor territorio. Estos insectos realizan un importante aporte al ecosistema, entre los más destacados: la polinización, además del suministro de productos de la colmena como, miel, polen, jalea, cera, cerumen, propóleo, geopropóleos, etc. Actualmente, estas especies están enfrentado daños provocados por el hombre que se manifiestan en desaparición y exterminación de las mismas, debido, principalmente al uso de agroquímicos, desmonte e implantación de monocultivos, eliminación progresiva del hábitat natural, falta de información (Carmona González, 2010; Contreras Cortés et al., 2020). Ante esta situación podemos colaborar mediante la preservación de especies por cría racional, información, concientización y obtención de datos para la legalización de la miel de más especies sin aguijón, promoviendo la biodiversidad (Gennari, 2019; Michener, 2007). Por ello, desde la investigación se está trabajando en la caracterización de las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes, antimicrobianas, entre otras, de la miel de diferentes especies de abejas nativas y la utilización de los productos y subproductos de la colmena en aplicaciones tecnológicas como películas y recubrimientos biodegradables para la industria alimentaria (Osuna et al., 2018; Vit, 2006).



Figura 4.1.(a) Pico de entrada a nido de abejas nativas (*Tetragonisca fiebrigi*). (b) Nido en cajón racional de abejas nativas (*Tetragonisca fiebrigi*).



4.2 MANEJO DEL ALGARROBO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES: APORTES DE BIENES Y SERVICIOS



Ing. Ftal. MSc. Marcos Atanasio

EEA INTA Sáenz Peña. atanasio.marcos@inta.gob.ar

Los sistemas silvopastoriles implantados (SSP) con algarrobo tienen un alto potencial para desarrollarse en la región chaqueña, dado que integran dos producciones muy importantes en la economía regional como son la ganadera y la forestal, y además las características del ambiente y la capacidad de adaptación del algarrobo y el desarrollo industrial en torno a su materia prima maderable contribuyen a eso (Atanasio et., al 2021). Los SSP consisten en la integración de manera intencional de la producción forestal, forrajera y de carne en un mismo sitio, donde se manejan intensivamente las interacciones de los componentes del sistema (Carranza y Ledesma 2009). ¿Cómo contribuye este sistema a una economía circular? Puede estar vista desde distintos enfoques de acuerdo con los principios La incorporación del árbol hace la producción ganadera más amigable con el ambiente (almacena CO₂, compensación de emisión GEI, aumenta la biodiversidad). La especie algarrobo es fijadora de nitrógeno y lo aporta al suelo, permite mejorar la calidad de pasturas (aumenta proteína) lo cual puede ahorrar el uso de fertilizantes (Zárate 2013). El componente arbóreo mitiga las condiciones de ambiente extremas haciendo el sistema más sostenible e incluso mejorando la producción ganadera (Botegal y Zimernan 2015). Además de reducir la presión sobre los recursos nativos, la producción de madera implantada contribuye a la gestión optimizada de flujos de stock y recursos energético, produce materia prima concentrada más cercana a los polos industriales, se ahorra energía en transportes y procesos extractivos. Como material natural, renovable, reciclable, reutilizable e inagotable, Se destaca para la construcción sostenible por la eficiencia en la fabricación de productos y menor consumo energético (Carballada, A.M.2020).

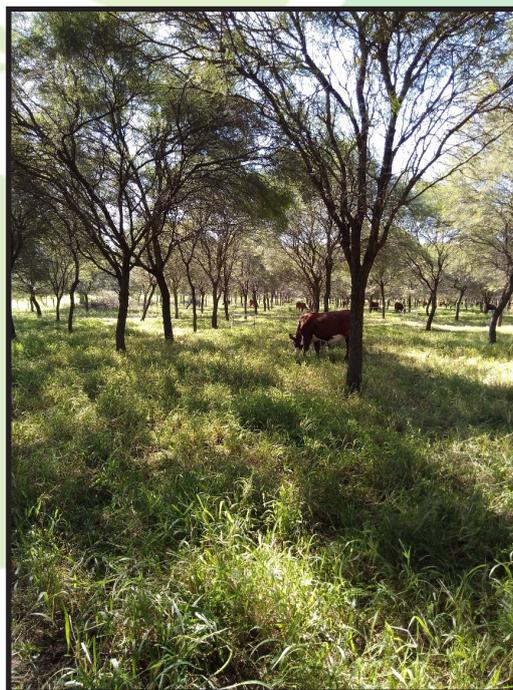


Figura 4.2. El algarrobo en sistemas silvopastoriles.



4.3 PERSPECTIVAS DE APROVECHAMIENTO DE LA GOMA EXUDADA DEL ALGARROBO BLANCO.



Lorena Pernochi.

EEA INTA Sáenz Peña. pernochilorena@inta.gob.ar

Reducir los niveles de desperdicio y aumentar la reciclabilidad de los productos son dos conceptos claves de la economía circular, (Martínez De Arano, et al., 2018). La producción de madera de algarrobo en plantaciones puede llegar a cumplir con los objetivos de la economía circular. En ese sentido en la gestión de las plantaciones de algarrobo, productos que sumen valor a las actividades como la poda y el raleo contribuye a la eficiencia de las mismas. La producción de goma exudada de Prosopis cumple estos requisitos. La extracción de esta goma permitiría el uso potencial de los árboles más oprimidos y estresados hasta que se destinen a raleo. También se ha observado producción de la misma luego de aplicar las podas. La goma de Prosopis es un producto normal del metabolismo de las plantas superiores, en las que cumple funciones de protección, (López-Franco, et al., 2006). Investigadores de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), han estudiado las características fisicoquímicas, funcionales y toxicológicas de la goma de Prosopis alba, encontrando que ésta presenta propiedades comparables e incluso superiores a la goma arábiga, (Vasile, 2016, Vasile, et al., 2017, Busch y Vasile, 2018). Estos investigadores iniciaron vínculos con investigadores de la Estación Experimental de INTA Sáenz Peña para desarrollar conocimiento en cuanto a la capacidad productiva de la especie, sistemas de extracción y recolección aspectos estos que son limitantes para su aprovechamiento.



Figura 4.3. Exudados del algarrobo blanco.



4.4 PLANTA DE MOLIENDA DE FRUTOS AUTOCTONOS DEL NOA UN CAMINO DE CONSTRUCCION CONJUNTA.



M.E. Villarreal, Y.S. Sigotto, N.E. Lescano, K. E. Costa-Macías, G.A. Salcedo

Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Avda. Belgrano (S) 1912 – Argentina. mevilla4@gmail.com - natylescano@hotmail.com

Reducir los niveles de desperdicio y aumentar la reciclabilidad de los productos son dos conceptos claves de la economía circular, (Martínez De Arano, et al., 2018). La producción de madera de algarrobo en plantaciones puede llegar a cumplir con los objetivos de la economía circular. En ese sentido en la gestión de las plantaciones de algarrobo, productos que sumen valor a las actividades como la poda y el raleo contribuye a la eficiencia de las mismas. La producción de goma exudada de Prosopis cumple estos requisitos. La extracción de esta goma permitiría el uso potencial de los árboles más oprimidos y estresados hasta que se destinen a raleo. También se ha observado producción de la misma luego de aplicar las podas. La goma de Prosopis es un producto normal del metabolismo de las plantas superiores, en las que cumple funciones de protección, (López-Franco, et al., 2006). Investigadores de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), han estudiado las características fisicoquímicas, funcionales y toxicológicas de la goma de Prosopis alba, encontrando que ésta presenta propiedades comparables e incluso superiores a la goma arábiga, (Vasile, 2016, Vasile, et al., 2017, Busch y Vasile, 2018). Estos investigadores iniciaron vínculos con investigadores de la Estación Experimental de INTA Sáenz Peña para desarrollar conocimiento en cuanto a la capacidad productiva de la especie, sistemas de extracción y recolección aspectos estos que son limitantes para su aprovechamiento.



Figura 4.4. Planta de molienda de frutos autóctonos del noroeste argentino. (Libre de gluten) FAyA - UNSE



4.5 GOMA ESPINA CORONA: UN HIDROCOLOIDE NO CONVENCIONAL COMO MODIFICADOR DE VISCOSIDAD Y TEXTURA.



Patricia Hilda Risso

Universidad Nacional de Rosario - CONICET, Rosario, Argentina. phrisso@yahoo.com.ar

La goma espina corona (GEC) es un polisacárido extraído de una leguminosa (*Gleditsia amorphoides*), conocida como “espina corona” (Figura 1), que crece espontáneamente en los bosques, selvas y montes nativos del noreste y noroeste argentino. La explotación de GEC tuvo un amplio desarrollo en el país en los 50 y 60, discontinuándose luego su producción para retomarse actualmente dado el alto costo de otros espesantes importados. La GEC se dispersa e hidrata casi completamente en agua fría y caliente, formando dispersiones muy viscosas, que dependen de la temperatura, tiempo, concentración, velocidad de agitación y tamaño de partícula de polvo.¹ Se han realizado estudios sobre la interacción de la GEC con diversas proteínas de grado alimentario.^{2, 3} En la industria alimentaria, la GEC se puede emplear en dulces, jaleas, helados, como espesante e inhibidor de la cristalización del azúcar, y en fiambres, productos cárnicos y lácteos como espesante y texturizante.^{4, 5} Además, la GEC podría sustituir a otras gomas en alimentos húmedos para mascotas y reemplazar a la goma guar como agente retenedor de humedad en los procesos de manufactura de papel y en el tratamiento de agua potable como agente aglutinante. Se han realizado estudios sobre la interacción de la GEC con diversas proteínas de grado alimentario. La revitalización de dicha producción revalorizaría en zonas de muy baja industrialización una especie colonizadora de áreas deforestadas y prácticamente improductivas, generando subproductos de alto valor agregado y también nutricional, con el consecuente empleo de mano de obra local.

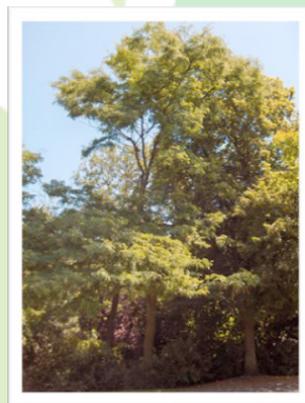


Figura 4.5. *Gleditsia amorphoides*, sus chauchas y semillas



Referencias Capítulo 4

- Atanasio, M.; Lertora, R; Caballero, E.; Pernochi L.; Colcombet, L. 2021. Evaluación de un sistema silvopastoril implantado con algarrobo blanco, en diferentes densidades con manejo silvícola, en la provincia del Chaco Argentina. XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles. México 3 al 5 de noviembre de 2021. Sistemas silvopastoriles: ganadería sostenible con arraigo e innovación / Rivera, Julian Esteban; Colcombet, Luis; Santos-Gally, Rocío; Murgueitio, Enrique; Díaz, Maura; Martins Rogerio; Peri, Pablo; Chará, Julian. -- Cali, CIPAV, 2021. Digital, formato PDF, 56.5mb, ilustrado ISBN 978-958-9386-99-6
- Botegal, D., Zimerman, M., 2015. Producción de carne en un sistema silvopastoril de algarrobo y Grama rhodes de la llanura deprimida de Tucumán, Argentina. Actas 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales.
- Busch, V. y Vasile, F., 2018. Aprovechamiento de especies vegetales autóctonas (*Prosopis* spp.) como fuentes de hidrocoloides no convencionales para aplicaciones innovadoras en tecnología de alimento 2018. Recuperación sostenible de residuos: manual de procedimientos para el desarrollo de procesos innovadores - Volume 1 pp 75-92 / Fabiano Freire Costa (Coordinador) et. al, Juiz de Fora: Editar Editora Associada Ltda, 2018. ISBN: 978-85-7851-226-
- Carmona González, A. (2010). Manual para productores sobre el manejo de las abejas sin aguijón. Universidad Veracruzana.
- Carballada A.M, 2020. La industria forestal de España en la Economía circular, ¿su integración es posible? Anales de Geografía de la Universidad Computense. Ediciones Computense. Disponible en < <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/view/72982/456445655117>>
- Carranza, C. A., & Ledesma, M. (2009, octubre). Bases para el manejo de sistemas silvopastoriles. In Anales XIII Congreso Forestal Mundial. FAO (pp. 18-23).
- Contreras Cortés, L. E. U., Vázquez García, A., Aldasoro Maya, E. M., & Mérida Rivas, J. (2020). Conocimiento de las abejas nativas sin aguijón y cambio generacional entre los mayas lacandones de Nahá, Chiapas. Estudios de Cultura Maya, 56(2), 205–225.
- Galante, M.; Boeris, V.; Risso, P. H., Evaluation of the effect of Gleditsia amorphoides gum on the properties of rennet-induced milk protein gels. Int. Dairy J. 2019, 97, 216-221.
- Gennari, G. (2019). Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón (ANSA) (INTA Edici). Estación Experimental Agropecuaria Famaillá.
- López-Franco, Y. L., Goycoolea, F. M., Valdez, M. A. y Calderón de la Barca, A. M., 2006. Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial Interciencia, vol. 31, núm. 3, marzo, pp. 183-189
- López, D. N.; Galante, M.; Alvarez, E. M.; Risso, P. H.; Boeris, V., Physicochemical study of mixed systems composed by bovine caseinate and the galactomannan from Gleditsia amorphoides. Carbohydr. Polym. 2017, 173, 1-6.
- López Hiriart, M.; Calderon, L.; Bordino, J.; Hidalgo, M. E.; Rozycki, S.; Risso, P., Uso de hidrocoloide no convencional como modificador de viscosidad y textura: goma espin corona. In Subproductos agroindustriales y recursos autóctonos. Procesamiento y técnicas de análisis, Alamilla-Beltrán, L.; Buera, M. P.; Camacho-Díaz, B.; Gabilondo, J., Eds. INTA Ediciones: San Pedro, Argentina, 2022; pp 137-149.
- Pavón, Y. L.; Lazzaroni, S. M.; Sabbag, N. G.; Rozycki, S. D., Simultaneous effects of gelatin and espin corona gum on rheological, physical and sensory properties of cholesterol-reduced probiotic yoghurts. Int. J. Food Sci. Technol. 2014, 49 (10), 2245-2251.
- Perduca, M. J.; Spotti, M. J.; Santiago, L. G.; Judis, M. A.; Rubiolo, A. C.; Carrara, C. R., Rheological characterization of the hydrocolloid from Gleditsia amorphoides seeds. LWT - Food Sci. Technol. 2013, 51 (1), 143-147.
- Martínez De Arano, I.; Palahí, M.; Farcy, C.; Rojas Briales, E.; Hetemaki, L. (2018). Perspectivas de una bioeconomía forestal en el Mediterráneo. MEDITERRÁNEO ECONÓMICO. ISSN: 1698-3726 | ISBN-13: 978-84-95531-89-6 31:63-91.
- Michener, C. D. (2007). The Bees of the World (2nd ed.). USA: The Johns Hopkins University Press.
- Osuna, M. B., Romero, C. A., Romero, A. M., Judis, M. A., & Bertola, N. C. (2018). Proximal composition, sensorial properties and effect of ascorbic acid and α -tocopherol on oxidative stability of bread made with whole flours and vegetable oils. Lwt, 98, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.012>
- Vasile, F., 2016. Aspectos físico-químicos de la encapsulación de ácidos grasos poliinsaturados utilizando polielectrolitos no convencionales para el desarrollo de alimentos funcionales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Vasile, Franco Emanuel., Judis, María Alicia., & Mazzobre, María Florencia., 2017. Prosopis alba exudate gum as novel excipient for fish oil encapsulation in polyelectrolyte bead system. Carbohydrate Polymers <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.03.004>
- Villarreal, e. M., Lescano, N. E., Costa Macías, K. E., & Sigotto, Y. S (2018). Articulación Universidad, Organizaciones De La Economía Social Y Solidaria. Una experiencia de superación recíproca. IV Congreso Argentino De Ingeniería – X Congreso Argentino De Enseñanza De La Ingeniería.
- Vit, P. (2006). Iniciación a la Apiterapia. Departamento Ciencia de los Alimentos Facultad de Farmacia y Bioanálisis.
- Zárate, M. 2013. Cuantificación y valoración del servicio ecosistémico de aporte de nitrógeno de plantaciones de Prosopis alba. Tercer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Costa Rica.



CAPÍTULO 5

SUBPRODUCTOS PARA APLICACIONES FARMACÉUTICAS Y MEDICINALES.

Moderador: Dr. Luis Alberto Panizzolo, UDELAR, Uruguay
Colabora: Lic. Giuliana Seling, Becaria doctoral MINCYT, UBA, Argentina

Una estrategia interesante y económicamente rentable para favorecer una economía circular es la utilización de subproductos o metabolitos agroindustriales en medicina, farmacéutica o nutracéutica. El presente capítulo desarrolla herramientas para lograr diversas de estas aplicaciones de subproductos de plantas mexicanas, de berries chilenos y el uso de la encapsulación de bioactivos para aplicaciones alimentarias y nutracéuticas.

- 5.1 **O**btención de metabolitos de uso farmacéutico o alimentario a partir de plantas mexicanas de interés económico y su caracterización química y funcional.
Antonio Ruperto Jiménez Aparicio; Sandra Victoria Ávila Reyes.
- 5.2 **E**ncapsulación de lípidos bioactivos en liposomas: desarrollo de ingredientes funcionales para productos lácteos. Ma. Ayelén Vélez, Ma. Cristina Perotti.





5.1 OBTENCIÓN DE METABOLITOS DE USO FARMACÉUTICO O ALIMENTARIO A PARTIR DE PLANTAS MEXICANAS DE INTERÉS ECONÓMICO Y SU CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FUNCIONAL.

Dr. Antonio Ruperto Jiménez Aparicio; Dra. Sandra Victoria Ávila Reyes.

arjaparicio@gmail.com; sandra_victory@yahoo.com

La historia del hombre se encuentra ligada al uso de las plantas medicinales. Desde el año 4,000 a.C. se usaban y describían tratamientos curativos. Hoy en día, la FAO y la OMS han indicado que dos terceras partes de la población mundial aún recurren a su uso para curar males o dolencias, sin embargo, de alrededor de 250,000 especies medicinales existentes, sólo se conocen en parte el 10%, lo que indica que aún queda mucho por investigar y del gran potencial que tienen las plantas medicinales sobre futuros medicamentos. Fue en el siglo XX que la industria químico-farmacéutica se desarrolló sustituyendo los productos naturales por sintéticos. Sin embargo, el deterioro ambiental y la evidencia de los efectos negativos colaterales de los fármacos sintéticos, ha estimulado nuevamente el consumo de productos naturales, pero a través de una economía circular, no sólo enfocándose en la extracción de recursos para consumirlos y desecharlos, sino aprovechando los conocimientos generados, para que la naturaleza pueda recuperarse a través del rediseño de la forma de producir y cosechar, previniendo a futuro la escasez de recursos y de las superficies para seguir generándolos. El grupo de Biotecnología Vegetal del CEPROBI-IPN, tiene como objetivo de investigación, validar conocimiento sobre el uso de metabolitos de plantas mexicanas de diversas especies, entre las que se pueden contar Argemone mexicana, Bauhinia divaricata, Sedum dendroideum, Oenothera rosea, Moringa oleifera, Malvaviscus arboreus, Agave angustifolia y Agave americana, por mencionar algunas. Lo anterior, mediante la evaluación de su actividad biológica y a través de Investigación multidisciplinaria para su aprovechamiento sustentable. La caracterización de estas especies para aplicaciones etnobotánicas, farmacéuticas y terapéuticas consideran principalmente aspectos histológicos, bioquímicos, gastroprotector, antiadipogénica, antiinflamatorio, fitoquímico, farmacológico o capacidad antioxidante, en modelos in-vitro e in-vivo. La extracción asistida por ultrasonido o microondas disminuyen el uso de solventes y tiempos de extracción, además de aumentar el rendimiento. Mediante HPTLC se realiza el análisis de metabolitos secundarios, siendo un complemento para determinar qué método de extracción es más eficaz. Diferentes flavonas presentes en *M. oleifera* han sido estudiadas, encontrando que las concentraciones del extracto más bajas de hojas obtenidas por sonicación fueron las que favorecieron la proliferación celular de fibroblastos sin presentar toxicidad (Rodríguez-García et al., 2021). Los estudios químicos biodirigidos de fracciones y subfracciones de *O. rosea* en modelos murinos de artritis han presentado efectos antiinflamatorio y analgésico por parte de compuestos fenólicos, principalmente de flavonoles glicosilados como glucósido y rhamnósido de quercetina o ácido gálico (Vargas-Ruiz et al., 2020). Así mismo, el efecto anti-neuroinflamatorio de cantalasaponinas encontradas en *A. americana* o el efecto de β -sitosterol glucósido y estigmasterol en *A. angustifolia* han sido estudiados (Hernández-Valle et al., 2014; López-Salazar et al. 2021). Por otro lado, también se ha demostrado la actividad antiulcerativa y gastroprotectora de flavonoides como glucósido de Kaempferol encontrado en flores de *M. arboreus* Cav. (Campos-Vidal et al., 2021). Adicionalmente, el uso de microscopía correlativa (óptica, electrónica ambiental y confocal), es una gran herramienta para la caracterización microestructural y de morfoestructura de células y tejidos vegetales de las diversas especies estudiadas en el grupo.



Figura 4.5. Gleditsia amorphoides, sus chauchas y semillas



5.2 ENCAPSULACIÓN DE LÍPIDOS BIOACTIVOS EN LIPOSOMAS: DESARROLLO DE INGREDIENTES FUNCIONALES PARA PRODUCTOS LÁCTEOS.



Ma. Ayelén Vélez, Ma. Cristina Perotti.

Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, Universidad Nacional del Litoral/CONICET), Facultad de Ingeniería Química, Santiago del Estero 2829, Santa Fe, S3000AOM, Argentina. maria.ayelen.velez@gmail.com

En las últimas décadas, la industria alimenticia ha impulsado la formulación de ingredientes funcionales en respuesta a la creciente demanda de productos saludables. Algunos ácidos grasos tales como ciertos isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA) han demostrado su bioactividad ejerciendo importantes efectos biológicos. Estos compuestos se producen a partir de aceites vegetales, y una opción innovadora para revalorizarlos es su vehiculización con el fin de desarrollar alimentos funcionales. Esto plantea desafíos tecnológicos que permitan proteger la bioactividad de los ácidos grasos de interés e impedir la aparición de defectos sensoriales. La protección de estos compuestos por encapsulamiento en liposomas ha sido poco explorada en alimentos (Vélez et al., 2017a). Distintos trabajos de investigación realizados en nuestro grupo de trabajo condujeron al desarrollo de liposomas con CLA y su incorporación a la tecnología de yogur con el fin de incrementar sus propiedades bioactivas (Vélez et al. 2017b, Vélez et al. 2019, Vélez et al. 2021). Para ello, a) se utilizó la metodología de preparación por inyección etanólica. Se ensayaron distintas formulaciones variando la proporción de fosfolípidos de soja y CLA (isómeros 9c, 11t y 10t, 12c); b) se analizó la estabilidad de las formulaciones durante el almacenamiento en frío (30 días); c) se analizó la capacidad de resistir al secado por liofilización para mejorar la conservación del ingrediente. Las suspensiones liposomales fueron caracterizadas en eficiencia de encapsulación y perfil de ácidos grasos por cromatografía gaseosa, tamaño de partícula por dispersión dinámica de la luz, morfología por microscopía electrónica de transmisión TEM y fluidez de membrana por resonancia paramagnética electrónica (EPR). Los sistemas liposomales diseñados mostraron una alta estabilidad, un tamaño inferior a 300 nm y capacidad de protección de los isómeros de CLA, manteniendo una eficiencia de encapsulación superior al 80% durante el período estudiado. El tamaño de las vesículas fue inferior a 300 nm en todos los casos, y la microscopía mostró vesículas oligolamelares. En cuanto a la fluidez de la membrana, el CLA aumentó la fluidez de la membrana externa. Además, las suspensiones liposomales con CLA resistieron exitosamente a la liofilización. En un trabajo reciente (Vélez y col. 2021) se evaluó la incorporación del ingrediente liposomal en polvo durante la manufactura de yogur y almacenamiento (21d/4°C). No hubo cambios en el tiempo de fermentación, pH y acidez. Se evidenció mayor retención de agua en los yogures adicionados con el ingrediente, y la recuperación de CLA al final del almacenamiento fue muy alta (>95%). El proceso de elaboración y almacenamiento no modificó la concentración de CLA, determinándose un porcentaje alto de recuperación (>95%). Los resultados mostraron que los liposomas desarrollados fueron exitosos en proteger los biolípidos de su degradación, con lo que se obtuvo un yogur en el que el nivel de CLA se triplicó con respecto al nivel basal presente en la leche de [partida](#). En vistas de diversificar su aplicación, actualmente se están realizando estudios en lácteos fermentados adicionados con liposomas formulados con aceites (chía, pescado) enriquecidos en otros biolípidos diferentes de CLA cuyos resultados están siendo promisorios.



Referencias Capitulo 5

- Campos-Vidal, Y., Herrera-Ruiz, M., Trejo-Tapia, G., Gonzalez-Cortazar, M., Jiménez- Aparicio, A.R., Zamilpa, A. 2021. Gastroprotective activity of kaempferol glycosides from *Malvaviscus arboreus* Cav. *Journal of Ethnopharmacology*. 268 (2021) 113633.
- Hernández-Valle, E., Herrera-Ruiz, M., Salgado, G. R., Zamilpa, A., Ocampo, M. L. A., Aparicio, A. J., Tortoriello, J., Jiménez-Ferrer, E., 2014. Anti-inflammatory effect of 3-O-[(6'-O-palmitoyl)- β -D-glucopyranosyl sitosterol] from *Agave angustifolia* on ear edema in mice. *Molecules*. 19 (10): 15624-15637.
- López-Salazar, H., Camacho-Díaz, B.H., Ávila-Reyes, S.V., Pérez-García, M.D., González- Cortazar, M., Arenas-Ocampo, M.L., Jiménez-Aparicio, A.R. 2019. Identification and Quantification of β -Sitosterol β -d-Glucoside of an Ethanolic Extract Obtained by Microwave-Assisted Extraction from *Agave angustifolia* Haw. *Molecules*.
- Rodríguez-García, T., Camacho-Díaz, B.H., Jiménez-Aparicio, A.R., Santaolalla-Tapia, J., Evangelista-Lozano, S., Arenas-Ocampo, M.L. 2021. Cell Proliferation and Migration in Human Skin Fibroblasts Induced by *Moringa oleifera* Revista Brasileira de Farmacognosia (2021) 31:302–309.
- Vargas-Ruiz, R., Montiel-Ruiz, R.M., Herrera-Ruiz, M., Gonzalez-Cortazar, M., Ble-González, E.A., Jiménez-Aparicio, A.R., Jimenez-Ferrer, A.Z. 2020. Effect of phenolic compounds from *Oenothera rosea* on the kaolin-carrageenan induced arthritis model in mice. *Journal of Ethnopharmacology*.
- Vélez, M.A., Perotti, M.C., Zanel, P., Hynes, E.R. y Gennaro, A.M. (2017b). Soy PC liposomes as CLA carriers for food applications: Preparation and physicochemical characterization. *Journal of Food Engineering*, 174-180.
- Vélez, M.A., Perotti M.C., Santiago L., Gennaro, A.M. y Hynes, E.R. (2017a). Bioactive compounds delivery using nanotechnology. Design and applications in dairy food. En Alexandru Mihai Grumezescu (Ed.), *Nanotechnology in Food Industry (Multi-Volume SET I-X)* (págs. 221-250). Elsevier.
- Vélez, M.A., Perotti, M.C., Hynes, E.R. y Gennaro, A.M. (2019). Effect of lyophilization on food grade liposomes loaded with conjugated linoleic acid. *Journal of Food Engineering* 240, 199-206.
- Vélez, M.A., Zeiter, A., Capra, M.L., Pozza, L., Hynes, E.R. y Perotti, M.C. (2021). Developing yoghurts containing CLA isomers-loaded liposomes and free CLA oil. *International Dairy Journal*, 116 104956.



CAPÍTULO 6

VALORIZACIÓN DE RECURSOS REGIONALES, AGUAS Y SUELOS. CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Moderadora: Dra. Brenda Camacho, IPN, México
Colabora: Dra. Tatiana Aguirre-Calvo, CIHIDECAR, Argentina

El aprovechamiento de recursos vegetales autóctonos reduce los gastos de transporte, disminuye la contaminación y la necesidad de importación, confiriendo un impulso socioeconómico a las diferentes regiones de Latinoamérica, además que protege el medio ambiente al conservar la biodiversidad, evitar las especies foráneas que podrían colonizar, y da una protección natural de los suelos y los recursos hídricos. En este capítulo se contemplarán la utilización integral del sésamo negro, del agave, del yacón y de algas marinas y se propondrá el aprovechamiento de recursos subexplotados y el uso de biofertilizantes y bioestimulantes a partir de residuos para mejorar la producción hortícola.

- 6.1 **U**tilización integral de la semilla de sésamo negro (*Sesamum indicum* L.): extracción de aceite y concentrados proteicos con propiedades funcionales. Cecilia Abirached, Carla Bonifacino, Elena Dutto, Lucia Velazco, Florencia Jorge, Ignacio Vieitez.
- 6.2 **A**provechamiento integral de agave. Brenda Camacho-Díaz y Martha Arenas-Ocampo
- 6.3 **Y**acón, un cultivo andino ancestral con potenciales beneficios para su consumo. María Fernanda Gliemmo, Malena González y Lic. Marianela Federik.
- 6.4 **E**l medio marino como fuente de sustancias con actividad antimicrobiana, antioxidante y/o surfactante.
- 6.5 **M**ejoramiento de suelos mediante residuos vegetales biofertilizantes y bioestimulantes para la producción hortícola nutricionalmente mejorada.





6.1 UTILIZACIÓN INTEGRAL DE LA SEMILLA DE SÉSAMO NEGRO (*SESAMUM INDICUM* L.): EXTRACCIÓN DE ACEITE Y CONCENTRADOS PROTEICOS CON PROPIEDADES FUNCIONALES.

Cecilia Abirached, Carla Bonifacino, Elena Dutto, Lucia Velazco, Florencia Jorge, Ignacio Vieitez.

Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, UDELAR, Uruguay.

La producción mundial total de semillas de sésamo representó aproximadamente 6800 miles de toneladas en el año 2020 (FAO, 2022). La parte más apreciada de la semilla es el aceite, y el resto es considerado un residuo. La harina de semillas de sésamo es un subproducto derivado de la extracción de aceite que presenta un alto contenido de proteínas (36,5% de la materia seca) (Dhillon et al., 2016). El sésamo contiene 40-50% de lípidos (principalmente lípidos poliinsaturados), 20-25% de proteínas, 20-25% de carbohidratos y 5-6% de cenizas. Por lo que, es una fuente interesante de aceite comestible y de proteínas que presentan una proporción significativa del aminoácido esencial metionina. Además, contiene fibra, vitaminas y minerales como el magnesio. También presenta antioxidantes liposolubles (sesamina, sesamol, sesamolina y tocoferoles) y polifenoles con potenciales propiedades beneficiosas para la salud humana y con capacidad de prevenir el deterioro oxidativo de los lípidos de la semilla o del aceite (Onsaard, 2012; Deme et al., 2017).

En el trabajo realizado por Abirached et al. (2020), se evaluó la extracción de aceite con fluidos supercríticos (SFE) utilizando CO₂ como solvente y etanol como co-solvente. Se ensayaron 2 niveles de presión de CO₂ y 2 niveles de concentración de etanol y se compararon los resultados con el método Soxhlet (procedimiento convencional). Adicionalmente se evaluó la capacidad antioxidante de los extractos cuando se agregaron a un aceite comestible. Con el fin de aprovechar integralmente la semilla, se obtuvieron concentrados proteicos a partir de la harina desgrasada por ambos métodos (subproducto de extracción del aceite) y se evaluó cómo afecta el método de extracción del aceite en la funcionalidad de las proteínas. Sobre las harinas desgrasadas se determinó: solubilidad proteica, contenido de proteína total, comportamiento térmico por DSC. Mientras que en los concentrados se analizó: contenido de proteína total, curva de solubilidad y propiedades emulsionantes.

La SFE con etanol como cosolvente, resultó ser más eficiente en la extracción de compuestos antioxidantes, en comparación con Soxhlet. No hubo grandes diferencias en contenido de proteínas, solubilidad proteica y propiedades emulsionantes de los concentrados obtenidos. Por lo que, sería conveniente utilizar SFE, por ser una tecnología respetuosa con el medio ambiente. De esta forma se estaría reduciendo la contaminación ambiental y aportando a la economía circular mediante la obtención de productos con mayor valor agregado a partir del subproducto de producción de aceite sésamo (Abirached et al., 2020).





6.2 APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE AGAVE.

Brenda Camacho-Díaz y Martha Arenas-Ocampo.

CEPROBI, IPN, México. bcamacho@ipn.mx

El agave y su paisaje son símbolos de la cultura y del desarrollo en México. Actualmente el agave no solo se usa para la producción de bebidas alcohólicas tradicionales como el tequila, mezcal y otros; también, es fuente de ingredientes benéficos para la salud de la microbiota humana, por tener la capacidad de ser prebióticos. La interacción de los fructanos de agave (agavinas) en el colon y cómo estos promueven mecanismos antiinflamatorios sistémicos. Actualmente es suma relevancia el estudio de las agavinas como sistemas de encapsulación de fitoextractos con actividad biológica, microorganismos probióticos y el análisis de sus mecanismos de liberación (López-Salazar et al., 2019) El uso y aprovechamiento del bagazo que se obtiene de la industria de bebidas alcohólicas como fuente de obtención de fitoesteroles y material lignocelulósico en alimentos y productos fitofarmacéuticos. Además del estudio de los biopolímeros de agave como material de refuerzo de compositos biodegradables. Finalmente, la investigación que se ha desarrollado en el CEPROBI-ENCB del Instituto Politécnico Nacional hoy intenta acercarse a la comunidad de agaveros del estado de Morelos mediante paquetes tecnológicos transferibles y alianzas estratégicas que promueven modelos de economía circular y procesos amigables con el medio ambiente y de bajo costo.



Figura 6.1. Aprovechamiento integral del agave



6.3 YACÓN, UN CULTIVO ANDINO ANCESTRAL CON POTENCIALES BENEFICIOS PARA SU CONSUMO.



Dras. María Fernanda Gliemmo, Malena González y Lic. Marianela Federik.

Universidad de Buenos Aires-ITAPROQ-UBA-CONICET, Argentina. quimsol@yahoo.com

El manejo sostenible de las materias primas vegetales locales y de temporada es necesario para favorecer el aprovechamiento integral de las mismas, incrementar su consumo y reducir los desperdicios. Esto puede llevarse a cabo a través del desarrollo de una economía circular, responsable con el medio ambiente y el consumidor. Bajo estos lineamientos, se comentarán estrategias para el aprovechamiento integral del yacón, una planta herbácea perenne originaria de la región andina cuyos tubérculos, dulces, jugosos y de textura crujiente, poseen alto contenido de compuestos fenólicos y de fibra dietaria (fructooligosacáridos), bajo contenido de azúcar y bajo índice calórico (Caetano et al., 2016). Se cosecha entre 7-12 meses luego de su siembra, y una vez cosechado, el contenido de fructooligosacáridos disminuye y los tubérculos se deshidratan resultando en una vida útil de 60-90 días (Lachman et al., 2003). En el mercado local no hay oferta de alimentos a base de yacón y en el noroeste argentino los tubérculos se consumen como fruta fresca y sólo se encuentran algunos productos cuya producción no considera el aprovechamiento integral del vegetal. Ampliar la oferta y la disponibilidad de alimentos a base de yacón en todo el año y reducir las pérdidas por elaboración aportaría alimentos potencialmente funcionales y una dieta sostenible para la población.



6.4 EL MEDIO MARINO COMO FUENTE DE SUSTANCIAS CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA, ANTIOXIDANTE Y/O SURFACTANTE.



Carmen A. Campos, Laura I. Schelegueda, Sofía B. Delcarlo, Virginia M. Lara

ITAPROQ-UBA-CONICET, Argentina. carmen_campos12@yahoo.com.ar

El medio marino es una fuente de numerosos y variados recursos que requieren de un desarrollo sostenible a fin lograr su aprovechamiento racional y asegurar la conservación del ambiente (Caddy y Griffiths, 1996). En particular, el consumo de los productos de pesquería brinda seguridad alimentaria a muchas poblaciones y para que estos recursos sean aprovechados en forma integral es necesario procesarlos en un esquema de economía circular, en este contexto resulta relevante: i) mejorar la capacidad de producción de pescado y derivados empleando métodos de preservación ecológicamente sostenibles; ii) dar valor agregado a especies de escaso valor comercial, a descartes y residuos generados en el procesamiento. Se proponen distintas estrategias para el aprovechamiento algas marinas y residuos de la industrialización de pescado. Las algas marinas son una fuente de numerosos compuestos bioactivos, algunos menos explorados, como es el caso de los compuestos con actividad antioxidante. En los últimos años se ha propuesto la incorporación de extractos de algas en el hielo, o como aditivos en el medio de cobertura en enlatados o en películas de empaquetamiento para controlar el deterioro lipídico en pescados grasos (Campos et al., 2021). En la Tabla 1 se detallan algunos trabajos donde se han aplicado algas para la preservación de pescado. Otra estrategia es el uso de los descartes de crustáceos, como fuente de quitosano, agente con actividad antimicrobiana y antioxidante con numerosas aplicaciones como material de empaquetamiento (Oladzadabbasabadi et al., 2022). Los residuos de la industrialización de pescado incluyen la piel, la cabeza y las vísceras y son una fuente potencial de compuestos bioactivos como antimicrobianos, antioxidantes y biosurfactantes, los que pueden ser utilizados en reemplazo de aditivos sintéticos (Desai et al., 2022; Lara et al., 2021). En numerosos trabajos se informa la obtención de bacterias ácido-lácticas productoras de bacteriocinas aisladas de residuos y descartes de pescado (Campos et al., 2021). Es importante destacar que para lograr el aprovechamiento a gran escala de estos recursos es necesario bajar costos de extracción/producción de los compuestos bioactivos y de disponer de aprobaciones a nivel comercial que permitan su uso en alimentos.



Tabla 6.1. Aplicaciones de extractos de algas en la preservación de pescado

Alga	Pescado	Referencia
<i>Fucus spiralis</i> ethanolic extract	Megrim (<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>)	Miranda <i>et al.</i> , 2016. <i>Food Control</i> 59, 290–297.
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	Megrim (<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>)	Miranda <i>et al.</i> , 2016. <i>Food and Bioprocess Technology</i> 9, 387–395.
<i>Undaria pinnatifida</i>	Megrim (<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>)	Campos <i>et al.</i> , 2019. <i>Bulgarian Chemical Communications</i> 51 Special Issue A, 137–143.
<i>Fucus spiralis</i>	Hake (<i>Merluccius merluccius</i>)	Barros-Velázquez <i>et al.</i> , 2016. <i>International Journal of Food Science and Technology</i> 51, 2081–2089.
<i>Cystoseira compressa</i>	Horse mackerel (<i>Trachurus trachurus</i>)	Oucif <i>et al.</i> , 2018. <i>European Food Research and Technology</i> , 244, 291–299.
<i>Gracilaria gracilis</i>	Hake (<i>Merluccius merluccius</i>)	Barbosa <i>et al.</i> , 2018. <i>Bulgarian Chemical Communications</i> 50 Special Issue: 118–124.



6.5 MEJORAMIENTO DE SUELOS MEDIANTE RESÍDUOS VEGETALES BIOFERTILIZANTES Y BIOESTIMULANTES PARA LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA NUTRICIONALMENTE MEJORADA.



Édira Castello Branco de Andrade Gonçalves.

Laboratório de Bioativos, Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil. ediracba.analisedealimentos@unirio.br

A partir de residuos vegetais (11 espécies) oriundos de processamento de bebida isotônica, foi produzida farinha de frutas e hortaliças (FFH) que apresenta 84% biopolímeros, majoritariamente carboidratos complexos, alta capacidade antioxidante, tendo sido identificados 88 compostos fenólicos. Farinha de casca de cebola (FCC) também apresenta alto teor de biopolímeros, bem como capacidade antioxidante. Capacidade de retenção hídrica e microbiota são indicadores de solo fértil. Considerando as características da FFH e FCC ambas foram aplicadas no solo e o meio utilizado para cultivo de alface. Foi observado que no solo com FFH as folhas de alface apresentaram melhor perfil antioxidante e maior crescimento. FFH pode ser aplicada como bioestimulante e biofertilizante e ambas farinhas apresentam potencial para serem utilizadas com o intuito de redução hídrica durante cultivo (Cavalheiro et al., 2021, 2020a y 2020b).

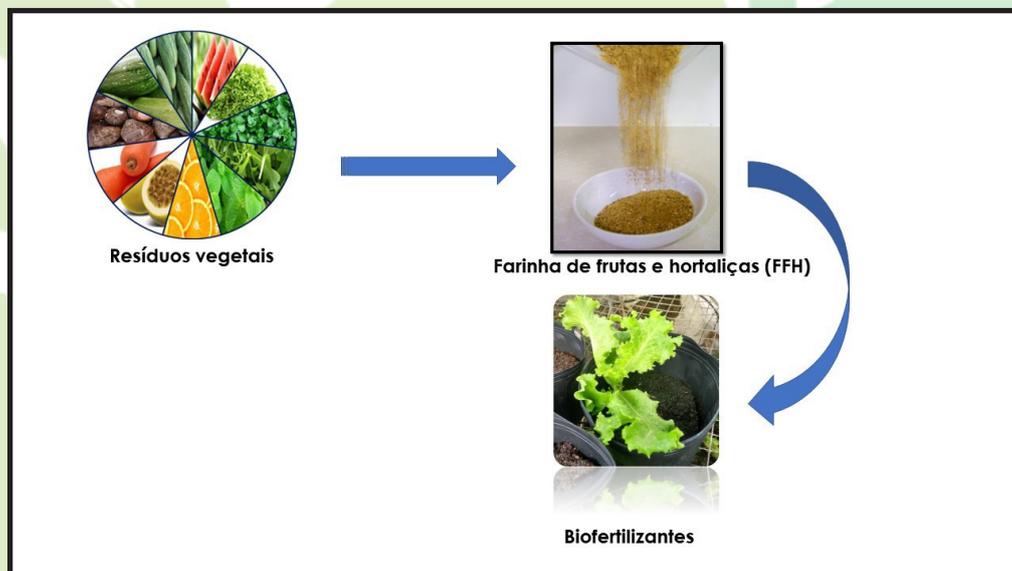


Figura 6.2. Residuos vegetales como biofertilizantes y bioestimulantes en la producción hortícola.



Referencias Capitulo 6

- Abirached, C, Bonifacino, C, Dutto, E, Velazco, L, Jorge F y Vieitez, I. (2020) Study of sesame seeds antioxidant and emulsifying properties. *Journal of Supercritical Fluids*, 166, 104994,
- Caddy, J.F.; Griffiths, R.C. (1996). Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible: perspectivas institucionales y medioambientales. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 353. Roma, FAO. 1996.
- Caetano, BFR, de Moura, NA, Almeida, APS, Dias, MC, Sivieri, K y Barbisan, LF. (2016). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a Food Supplement: Health-Promoting Benefits of Fructooligosaccharides. *Nutrients*, 8, 436. <https://doi:10.3390/nu8070436>
- Campos, C.A, Aubourg, S.P., Schelegueda, L.I. (2021). Use of biopreservation to improve the quality of fresh aquatic products. En: Seid Mahdi Jafari (Ed). *Postharvest and Post-mortem Processing of Raw Food Materials* (pags. 343-379). Elsevier. ISBN: 978-0-12-819704-2 (online).
- Cavalheiro, T. R. T., Alcoforado, R. de O., Silva, V. S. de A., Coimbra, P. P. S., Mendes, N. de S., Cavalcanti, E. D. C., Jurelevicius, D. de A., & Gonçalves, É. C. B. de A. (2021). The Impact of Organic Fertilizer Produced with Vegetable Residues in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Cultivation and Antioxidant Activity. *Sustainability*, 13(1).
- Cavalheiro, T. R. T., Alcoforado, R. de O., Silva, V. S. de A., Mendes, N. de S., Coimbra, P. P. S., Cavalcanti, E. D. C., Jurulevicius, D. de A., & Gonçalves, É. C. B. de A. (2020). Ação de fertilizante orgânico de resíduos vegetais em condições de estresse abiótico no teor de fenólicos totais de alfaces (*lactuca sativa*) / Impact organic fertilizer produced with vegetable residues with stress abiotic condition on the total phenolics content of lettuce (*lactuca sativa*). *Brazilian Journal of Development*, 6(2), 6140–6155.
- Cavalheiro TRT, & Gonçalves, É. C. B. de A. (2020). Alternatives of Use Agro-Industrial Wastes Focusing in Soil Improvement: A Review - Food and Nutrition-Current Research (ISSN:2638-1095). *Food and Nutrition-Current Research*, 3(1), 249–258.
- Desai, A. S., Brennan, M., Gangan, S.S., Brennan, C. (2022). Utilization of Fish Waste as a Value-Added Ingredient. Galanakis, C (Ed). *Sustainable Fish Production and Processing*. (pgs 203-225), Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824296-4.00004-9>.
- Deme, T., Haki, G. D., Retta, N., Woldegiorgis, A., & Geleta, M. (2017). Mineral and Anti-Nutritional Contents of Niger Seed (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass., Linseed (*Linum usitatissimum* L.) and Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties Grown in Ethiopia. *Foods* (Basel, Switzerland), 6(4), 27. <https://doi.org/10.3390/foods6040027>
- Dhillon, GS, Kaur, S, Oberoi HS, Spier, MR y Brar, S.K. (2016) Agricultural-Based Protein By-Products: Characterization and Applications. En: GS Dhillon (Ed.) *Protein by-products: transformation from environmental burden into value-added products*, 21-36.
- FAO.org (2022) FAOSTAT: Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- Lachman, J, Fernández, EC y Orsák, M. (2003). Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use – a review. *Plant, Soil and Environment*, 49 (6), 283–290.
- Lara, V.M., Vallejo, M., Parada, R.B., Henao Ossa, J.S., Gliemmo, M.F., Campos, C.A. (2020). Characterization of emulsifying activity of biosurfactants produced by lactic acid bacteria isolated from the Argentinian Patagonia. *Journal of Dispersion Science and Tecnology*,
- López-Salazar, H., Camacho-Díaz, B. H., Ávila-Reyes, S. V., Pérez-García, M. D., González-Cortazar, M., Arenas Ocampo, M. L., & Jiménez-Aparicio, A. R. (2019). Identification and quantification of β -sitosterol β -D-glucoside of an ethanolic extract obtained by microwave-assisted extraction from *Agave angustifolia* Haw. *Molecules*, 24(21), 3926.
- Oladzadabbasabadi, N., Nafchi, A., M., Ariffin F., Wijekoon, Al-Hassan, M.M., Dheyab, A.A., Ghasemlou, M. (2022). Recent advances in extraction, modification, and application of chitosan in packaging industry. *Carbohydrate Polymers*, 277, 118876
- Onsaard, E. (2012) Sesame proteins. *International Food Research Journal* 19(4): 1287-1295.



CAPÍTULO 7

LA BIOTECNOLOGÍA COMO HERRAMIENTA ESENCIAL DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.

Moderadora: Dra. Cristina dos Santos-Ferreira FCEN-UBA, Argentina
Colaboró: Dra. Maite Gagneten, ITAPROQ, Argentina

La biotecnología abarca una serie de procesos que pueden modificar las materias primas y/o subproductos de la industria mediante el uso directo de microorganismos, enzimas, y/o productos de los mismos. Esto permite reducir y aprovechar contaminantes, mediante ya sea la biorremediación, el uso de microorganismos y especies vegetales para el aislamiento o para optimizar procesos o ingredientes para utilizarlos de una forma más sostenible y que proteja el medio ambiente.

- 7.1 **P**rocesos de separación para aplicación en biotecnología. Gustavo F. Gutiérrez López
- 7.2 **A**ntioxidantes, antimicrobianos y enzimas de frutas tropicales silvestres: caracterización químico-biológica y posibles aplicaciones. Cruz Méndez J., Plaza Hidalgo C., Suarez Donoso N., Zarate Andrade R., Flores Rodríguez A., Daza Rocha F., Limpias Hurtado J., Montellano Duran, N.
- 7.3 **V**alorización de subproductos de soja, utilizando procesos enzimáticos y con bajos requerimientos energéticos. Marina de Escalada Plá, Pilar Buera y Noelia Paz
- 7.4 **H**idrólisis enzimática de galactomananos como alternativa para ampliar el potencial de gomas de fuentes regionales.
- 7.5 **F**ormulación de un producto no-lácteo usando un nuevo ingrediente conteniendo probióticos. Caracterización química, física, nutricional y



7.1 PROCESOS DE SEPARACIÓN PARA APLICACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA DE RECUPERACIÓN DE BIOPRODUCTOS A PARTIR DE DESHECHOS DE LA AGROINDUSTRIA.



Gustavo F. Gutiérrez López

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México. gusfgl@gmail.com

Se presenta una visión sobre posibilidades de recuperación de bioproductos a través de procesos de separación biotecnológicos partiendo del hecho de que existe una cantidad muy importante de desperdicios agroindustriales que contienen compuestos de interés. Se comenta sobre las alternativas de operaciones a utilizar y se analizan los aspectos relacionados con los costos del proceso de separación con respecto al de venta de los productos purificados y que van del 40 al 70% (Tabla 1). Se discuten las bases de ingeniería sobre las cuales se selecciona la mejor opción de separación, planteando el estudio de generación de cuellos de botella característicos de procesamientos industriales donde se producen “n” bioproductos con “n” operaciones de bioseparación y se muestran aspectos relacionados con la ingeniería básica para implementarlas. Se concluye haciendo una reflexión sobre la importancia de basar la selección de operaciones de bioseparación en conocimientos de ingeniería robustos, analizando caso por caso y establecer sistemas de tratamiento de metadatos, sistemas de inteligencia artificial, a la biología de sistemas y a los algoritmos heurísticos para encontrar la mejor secuencia de operaciones de bioseparación (Gutiérrez-López, 2011; Krieg et al., 2013; van Hee et al., 2006; Zydney, 2015).

TABLA 7.1. PROPORCIÓN DEL COSTO DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN CON RESPECTO AL DE VENTA DE VARIOS BIOPRODUCTOS.

PRODUCTO	COSTO DE OBTENCIÓN (% respecto al precio de venta)	PRINCIPALES OPERACIONES UTILIZADAS
Etanol 90-95 °	15	Destilación.
Proteína uni y pluricelular	20	Floculación, centrifugación Secado, intercambio iónico, micelas inversas, sistemas acuosos de dos fases.
Levadura panificación y otras.	20	Centrifugación, filtración, formulación, secado.
Ácidos como el cítrico, ascórbico	30-40	Precipitación con calcio, acidificación, secado, filtración, cristalización.
Glutamato monosódico, aminoácidos.	30-40	Evaporación, acidificación, filtración, centrifugación, cristalización, decoloración, secado.



7.2 ANTIOXIDANTES, ANTIMICROBIANOS Y ENZIMAS DE FRUTAS TROPICALES SILVESTRES: CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-BIOLÓGICA Y POSIBLES APLICACIONES.



J. Cruz-Méndez, C. Plaza-Hidalgo, N. Suarez-Donoso, R. Zárate-Andrade, A. Flores-Rodríguez, F. Daza-Rocha, J. Limpías-Hurtado, N. Montellano-Durán

Biología, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
natalia.montellano@gmail.com

Las frutas tropicales bolivianas en su mayoría no han sido caracterizadas fisicoquímica, sensorial y biológicamente. Se sabe del gran potencial de las frutas tropicales por sus similares en otros países como Brasil, Tailandia o India, que durante años las han estudiado (Al-Snafi, 2015; Marmitt et al., 2018; Sellami et al., 2013). En este proyecto se desea profundizar sobre las propiedades biológicas y las moléculas bioactivas responsables por cada una de estas actividades (Corrado Tringali, 2011). Específicamente se caracteriza la actividad antioxidante y antimicrobiana de varias frutas del Bosque Seco Chiquitano en Santa Cruz, Bolivia. Se identificó taxonómicamente cada planta. Las especies analizadas fueron: *Jacaratiadigitata*, *Bactrisgasipaes*, *Lycianthesasarifolia*, *Miconiaalbicans*, *Physalis peruviana*, *Allagoptera leucocalyx*, *Garciniabrasilensis*, *Pouteria lúcum*, *Inga feullei*, *Psidiumguineense* y *Talisiaesculenta*. Se caracterizaron las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de las frutas analizando tamaño, forma, color, textura, pH y humedad. Se elaboraron extractos etanólicos (1:2, etanol 70%) de cada fruta separando cáscara y pulpa o arilo. La actividad antimicrobiana se ensayó contra 4 cepas bacterianas patógenas (*Salmonella*, *Shigella*, *Pseudomonas* y *E. coli*), utilizando tanto control negativo (etanol 70%) y control positivo (antibiótico comercial). La actividad antioxidante se ensayó por su contenido de flavonoides y fenoles. Se analizaron los extractos etanólicos (cáscara y pulpa o arilo) para cuantificar la actividad antioxidante por método ABTS y DPPH, varios de ellos con resultados interesantes, mostraron actividad antioxidante fuerte (*Garciniabrasilensis* y *Allagoptera leucocalyx*) y media (*Jacartiadigitata* y *Psidiumguineense*), mientras que en *Jacartiadigitata* se encontró un alto contenido proteico, potencialmente fuente enzimática por su género. Los resultados de la actividad antimicrobiana son diversos, ya que algunos extractos muestran actividad contra las 4 cepas bacterianas ensayadas (*Physalis peruviana* y *Psidiumguineense*) y otras solo con algunas (*Pouterialucuma* y *Talisiaesculenta*). Todos los resultados son prometedores para seguir profundizando la caracterización biológica de los frutos en estudio.



7.3 VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE SOJA, UTILIZANDO PROCESOS ENZIMÁTICOS Y CON BAJOS REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS.

Marina de Escalada Plá, Pilar Buera y Noelia Paz.

ITAPROQ, CONICET-UBA, Argentina. marina@di.fcen.uba.ar

El procesamiento del poroto de soja genera gran cantidad de subproductos, como expeller y okara. Ambos pueden contener compuestos bioactivos remanentes como compuestos fenólicos (CF) con actividad antioxidante (AA), por lo que su estudio permitiría revalorizar estas fracciones. La eficacia de cualquier proceso de extracción depende en gran medida de los disolventes, que muchas veces suelen ser orgánicos ya que aumentan el rendimiento, aunque en algunos casos son altamente contaminantes. En este sentido, la β -ciclodextrina (β -cd) es un oligosacárido cíclico que forma complejos de inclusión huésped-huésped, encapsulando una amplia gama de compuestos, lo que mejoraría la extracción en medios acuosos (Favre et. al., 2018). Por otro lado, el empleo de enzimas que hidrolizan los tejidos vegetales permite acortar los tiempos de extracción (Gligor et. al., 2019). Además, la aplicación de ultrasonido durante la extracción reduce significativamente el tiempo del proceso en comparación a los métodos tradicionales (maceración/mezclado), ya que aumenta la superficie de contacto entre las fases sólida y líquida, por destrucción parcial de los tejidos (Favre et. al., 2018). Sobre los extractos se determinó el contenido de proteínas, lípidos e hidratos de carbono (g/100g) de acuerdo con Lois-Milevich et. al. (2020). Mientras que la AA y el CF (mg/100g), se determinó siguiendo la metodología descrita en Favre et. al. (2018). Los extractos con mayor contenido proteico fueron los de okara ($5,4 \pm 0,2a$) y expeller ($4,55 \pm 0,08b$) con β -cd; el valor más alto de lípidos se registró en la muestra de okara extraída con etanol ($11,8 \pm 0,2a$) y el contenido de carbohidratos fue similar en todas las muestras, sin diferencias significativas. Los resultados mostraron que las muestras estuvieron compuestas mayoritariamente por hidratos de carbono, seguido por proteínas y lípidos en el caso de expeller y viceversa para el caso de okara. La AA pudo medirse en medio etanólico, aunque no en los otros extractos bajo las condiciones aquí ensayadas. No se observó una correlación entre la AA y los CF. Handa et. al. (2016) reportaron que la AA de la harina de soja desgrasada y fermentada se registró más eficientemente en extractos hidroalcohólicos; mientras que para los CF se pudieron observar en mayor medida en los extractos acuosos. Lo anterior podría deberse a interferencias en el método de FC, posiblemente relacionados a la presencia de sustancias como proteínas y aminoácidos (tirosina), presentes en el poroto de soja, según lo reportado por Bastola et. al. (2017). Los métodos de extracción clásicos (hidroalcohólicos) e innovadores (solución acuosa de β -cd, hidrólisis enzimática) con aplicación de ultrasonido, presentan variaciones dadas por la matriz de soja utilizada.



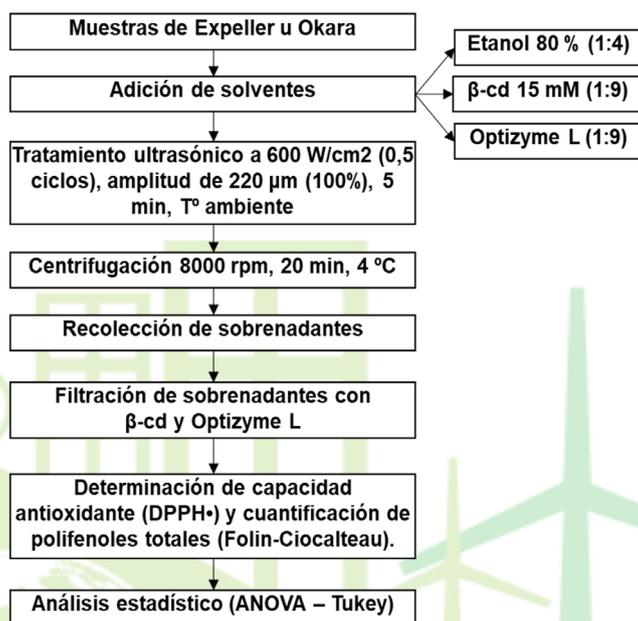


Figura 7.1 Flujo de obtención de extractos de expeller y okara

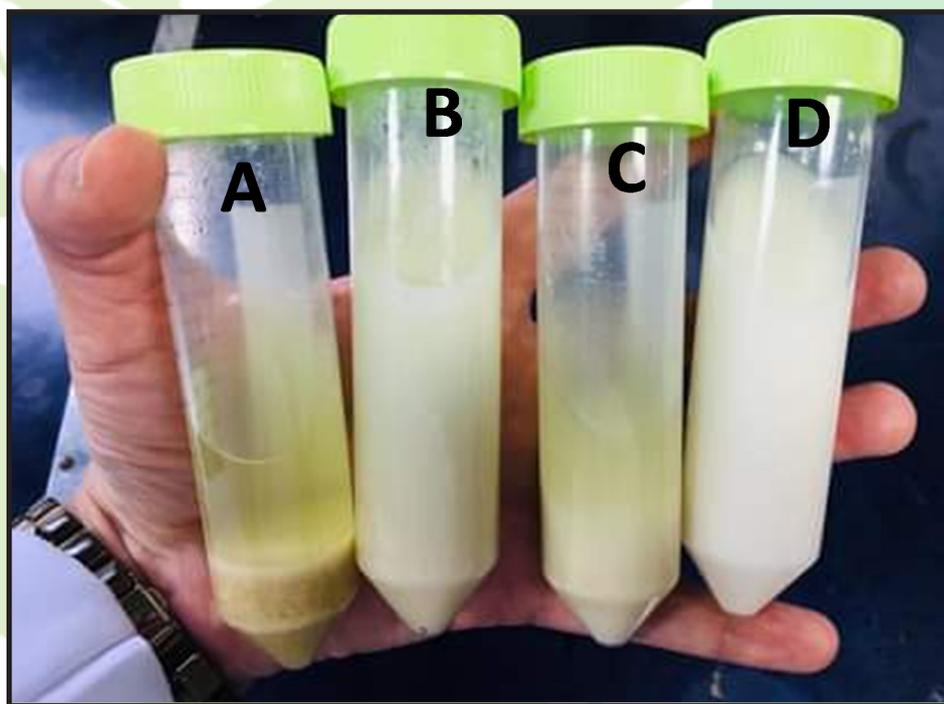


Figura 7.2. Preparación de extractos: A) expeller-etanol, B) expeller-β-cd, C) okara-etanol, D) okara-β-cd.



7.4 HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE GALACTOMANANOS COMO ALTERNATIVA PARA AMPLIAR EL POTENCIAL DE GOMAS DE FUENTES REGIONALES.



Lorena Pepa^a, Verónica Busch^b, Luis Panizzolo^c, Fernando Ferreira^c, Pilar Buera^{a*}

^aITAPROQ-UBA, FCEN, Departamento de Industrias, CABA, Argentina.

^bInstituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTAER UNER-CONICET), Entre Ríos, Argentina.

^cUniversidad de la República, Montevideo, Uruguay.

*pbuera@di.fcen.uba.ar

En la industria de alimentos, farmacéutica, textil y otras, los hidrocoloides y en especial los galactomananos son ampliamente usados como espesantes, estabilizantes, modificadores de textura y agentes encapsulantes. La goma de vinal (VG) es un galactomanano novedoso que se obtiene de las semillas de *Prosopis ruscifolia*, una especie muy abundante en el noreste argentino (Busch y cols., 2015; Busch y cols., 2022). Se han propuesto diferentes métodos de hidrólisis de gomas para optimizar la funcionalidad ya que muchas aplicaciones están restringidas por sus altas viscosidad y peso molecular (Busch y cols., 2021, Cheng y cols., 2002; Erkan y cols, 2020; Mahammad y cols, 2007). En este trabajo se usó un kit enzimático comercial, 4 tiempos (0, 30, 60, 90 min) y tres gomas (guar GG, garrofín LBG y VG). Se evaluaron las curvas de flujo, el PM por HPLC-MALLS y la reactividad frente a Maillard. Los resultados mostraron una reducción del PM y de la viscosidad, desarrollándose un comportamiento newtoniano. La hidrólisis mostró un patrón al azar, no generó ruptura de monómeros terminales ni de ramificaciones pequeñas, aumentando la polidispersidad. No hubo desarrollo de pardeamiento enzimático importante, aunque sí formación de productos intermedios. La VG hidrolizada modificó su comportamiento reológico de forma similar a las gomas comerciales. De esta forma se diversifican y amplían sus potenciales aplicaciones y se presenta como una tecnología emergente con beneficios para la economía regional.



Figura 7.3. Hidrólisis enzimática de la goma de vinal



7.5 FORMULACIÓN DE UN PRODUCTO NO-LÁCTEO USANDO UN NUEVO INGREDIENTE CONTENIENDO PROBIÓTICOS. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, FÍSICA, NUTRICIONAL Y ORGANOLÉPTICA.



Carolina E. Genevois, Adriana P. Castellanos Fuentes, Silvia K. Flores, Marina F. de Escalada Pla.

Carolina E. Genevois, Adriana P. Castellanos Fuentes, Silvia K. Flores, Marina F. de Escalada Pla. ITAPROQ, CONICET-UBA, UNER, ARG. marina@di.fcen.uba.ar

Hoy en día la agroindustria atraviesa uno de los mayores cambios en la revolución del desarrollo industrial, la cual está migrando de un modelo económico lineal a uno circular que promueve reducir las pérdidas e impactos de la producción y buscando, a su vez, alcanzar los objetivos para el Desarrollo Sostenible declarados por Naciones Unidas. En este sentido, un aporte hacia esta economía sustentable fue realizado en un trabajo previo convirtiendo subproductos de la calabaza que contenían cáscara y pulpa en sustrato para la producción de biomasa de *L. casei* (ATCC®393™) y produciendo un ingrediente novedoso enriquecido en fibra dietaria y al mismo tiempo conteniendo probióticos, Figura 7.4 (Genevois et. al., 2019). El objetivo del presente estudio fue formular un postre no-lácteo fermentado utilizando este nuevo ingrediente alimentario, mediante la aplicación de un diseño experimental tipo Box-Behnken para optimizar parámetros nutricionales, texturales y de color. Se pudo determinar que el microorganismo probiótico contenido en la matriz vegetal a base de residuos de calabaza permitió formular un postre innovador de base vegetal con un perfil nutricional y aceptabilidad sensorial adecuados (Genevois et. al., 2018)

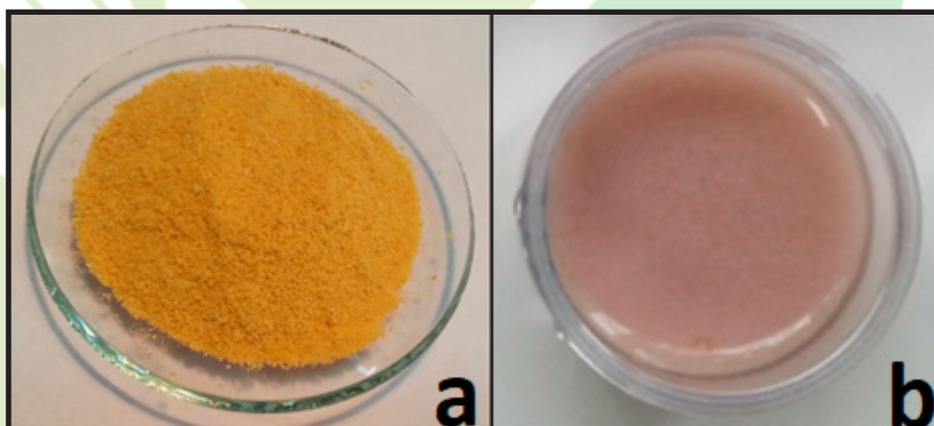


Figura 7.4. (a) Ingrediente funcional a base de fibra dietaria de calabaza conteniendo *L. casei* (ATCC®393™) y (b) Postre a base de bebida se soja fermentado con el Ingrediente funcional.



Referencias Capitulo 7

- Al-Snafi, A. E. (2015). Therapeutic properties of medicinal plants: a review of plants with hypolipidemic, hemostatic, fibrinolytic and anticoagulant effects (part 1). *Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology*, 5(4), 271–284.
- Bastola, K.P., Guragain, Y.N., Bhadriraju, V. yVadlani, P.V. (2017) Evaluation of Standards and Interfering Compounds in the Determination of Phenolics by Folin-Ciocalteu Assay Method for Effective Bioprocessing of Biomass. *American Journal of Analytical Chemistry*, 8, 416-431.
- Busch, V. M., Kolender, A. A., Santagapita, P. R., & Buera, M. P. (2015). Vinal gum, a galactomannan from *Prosopis ruscifolia* seeds: Physicochemical characterization. *Food Hydrocolloids*, 51, 495-502.
- Busch, V., Rozycki, V., & Buera, M. P. (2022). Galactomannans from different *Prosopis* species: Extraction, characterization, and applications. In *Prosopis as a Heat Tolerant Nitrogen Fixing Desert Food Legume* (pp. 305-317). Academic Press.
- Busch, V., Buera, P., Ferreyra F., Pannizzolo L. A. (2021). Aplicación de gomas regionales (2021). Aplicaciones alimentarias, en Subproductos agroindustriales y recursos autóctonos. Procesamiento y técnicas de análisis. Editado por Liliana Alamilla-Beltrán, L., Buera, M.P., Camacho-Díaz, B.H. y Gabilondo J. Buenos Aires, Ediciones INTA.
- Corrado Tringali. (2011). Bioactive Compounds from Natural Sources. In *Bioactive Compounds from Natural Sources*. <https://doi.org/10.1201/b11196>
- Cheng, Y., Brown, K. M., & Prud'homme, R. K. (2002). Preparation and characterization of molecular weight fractions of guar galactomannans using acid and enzymatic hydrolysis. *International journal of biological macromolecules*, 31(1-3), 29-35.
- Erkan, S. B., Ozcan, A., Yilmazer, C., Gurler, H. N., Karahalil, E., Germec, M., ... & Turhan, I. (2020). The effects of mannanase activity on viscosity in different gums. *Journal of Food Processing and Preservation*, e14820.
- Favre, L. C., Dos Santos, C., López-Fernández, M. P., Mazzobre, M. F., y Buera, M. P. (2018). Optimization of β -cyclodextrin-based extraction of antioxidant and antibrowning activities from thyme leaves by response surface methodology. *Food Chemistry*, 265, 86–95.
- Genevois C., Pieniazek F., Messina V., Flores S. y de Escalada Pla M. (2019). Bioconversion of pumpkin by-products in novel supplements supporting *Lactobacillus casei*. *LWT - Food Science and Technology*, 105: 23-29.
- Genevois C., Castellanos-Fuentes A., Flores S. y de Escalada Pla M. (2018). Functional and organoleptic characterization of a dairy-free dessert containing a novel probiotic food ingredient. *Food and Function*, 9: 5697-5706. DOI:10.1039/C8FO00805A.
- Gligor, O., Mocan, A., Moldovan, C., Locatelli, M., Crişan, G., y Ferreira, I. C. F. R. (2019). Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 302-315.
- Gustavo Gutiérrez-López (2011). El quehacer biotecnológico: balance entre aplicación utilitaria y bases fundamentales de los bioprocesos. *Revista Biotecnología (Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería)* Vol. 15 N°1.
- Krieg E, Albeck S, Weissman H, Shimon E, Rybtchinski B. (2013) Separation, immobilization, and biocatalytic utilization of proteins by a supramolecular membrane. *PLoS One*. 2013 May 10;8(5):e63188. doi: 10.1371/journal.pone.0063188. Print 2013.
- Mahammad, S., Comfort, D. A., Kelly, R. M., & Khan, S. A. (2007). Rheological properties of guar galactomannan solutions during hydrolysis with galactomannanase and α -galactosidase enzyme mixtures. *Biomacromolecules*, 8(3), 949-956.
- Marmitt, D. J., Bitencourt, S., Do Couto E Silva, A., Rempel, C., & Goettert, M. I. (2018). The healing properties of medicinal plants used in the Brazilian public health system: A systematic review. *Journal of Wound Care*, 27, S4–S13. <https://doi.org/10.12968/jowc.2018.27.Sup6.S4>
- Sellami, M., Ghariani, B., Louati, H., Miled, N., & Gargouri, Y. (2013). Biological Activities of Extracts of Different Spices and Plants. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 3(April), 1051–1060.
- van Hee P, Hoeben MA, van der Lans RG, van der Wielen LA. (2006) Strategy for selection of methods for separation of bioparticles from particle mixtures. *Biotechnology and Bioengineering* Jul 5;94(4):689-709. doi: 10.1002/bit.20885.
- Zydney AL. (2015) Continuous downstream processing for high value biological products: A Review. *Biotechnology and Bioengineering*. 2016 Mar;113(3):465-75. doi: 10.1002/bit.25695.



CAPÍTULO 8

PROCESOS SOSTENIBLES Y HERRAMIENTAS VERDES PARA OPTIMIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.

Moderadora: Dr. Ricardo Villalobos-Carvajal, Ubiobio, Chile
Colaboraron: Lics. Lorena Pepa y Guido Rolandelli, ITAPROQ, Argentina

Este capítulo es el último del libro, porque en un compilado de las herramientas a utilizar, luego de entender los beneficios de recuperar residuos y utilizar recursos autóctonos, para lograr una economía circular. Este capítulo aporta ejemplos y estrategias de técnicas analíticas, de preparación de muestras, la caracterización y la evaluación en cada etapa a través de medios verdes, ya que toda la tecnología en un proceso agroindustrial circular debe estar adaptada para no contaminar.

Contenidos y autores

- 8.1 **P**retratamientos para la mejora del rendimiento de bioetanol de segunda Generación. Gabriel Salierno¹, Gustavo Kildegaard¹, M.del Pilar Balbi¹, Miryan Cassanello, Miguel Galvagno²
- 8.2 **P**erspectivas para el empleo de extracciones amigables con el medio ambiente. Cristina dos Santos Ferreira
- 8.3 **R**evalorización de los residuos de la industria del aceite de oliva mediante la utilización de métodos novedosos: fluidos supercríticos y ultrasonido. Ignacio Vieitez
- 8.4 **E**xtrusión para la valorización de alpiste, sorgo, quínoa y mijo en el desarrollo de alimentos innovadores. Guido Rolandelli^{1,2*}, Abel Farroni³, Gustavo Gutiérrez-López⁴, Pilar Buera¹
- 8.5 **P**roducción Sostenible de Helados. Fabiano Freire Costa
- 8.6 **C**arne in vitro como alternativa para reducir los impactos negativos de la cadena productiva de la carne. Alejandra Pérez-Pérez.
- 8.7 **E**fecto del secado en las propiedades del bagazo cervecero para la elaboración de alimentos funcionales. Daniela García Ivanna Villalba Monica Nazareno. LAPOx- Universidad Nacional de Santiago del Estero
- 8.8 **O**btención de hidrógeno a partir de barros residuales. Verónica Martínez¹, María José Lavorante¹, Rodrigo E. García², Miryan Cassanello³, Miguel Galvagno⁴
- 8.9 **D**eterminación de capacidad antioxidante en alimentos por métodos electroquímico. Microscopía y espectroscopia. Jorge Hoyos-Arbeláez y José Contreras-Calderón
- 8.10 **M**icroscopía y espectroscopia como herramientas para el entendimiento de la microencapsulación. Liliana Alamilla-Beltrán
- 8.11 **Q**uimiometría y análisis multivariado aplicados a la caracterización de materiales autóctonos. Silvio Rodriguez



8.1. PRETRATAMIENTOS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN.



Gabriel Salierno^{1,2}, Gustavo Kildegaard¹, M. del Pilar Balbi¹, Miryan Cassanello¹, Miguel Galvagno³

¹Laboratorio de Reactores y Sistemas Industriales- Departamento de Industrias, FCEyN-UBA e ITAPROQ, CONICET-UBA, Argentina. ²Faculty of Science and Engineering, Åbo Akademi University - Vaasa, Finlandia. ³INMI-BO-FCEyN-UBA-CONICET, Argentina. gabriel.salierno@gmail.com

La transformación de residuos agroindustriales y urbanos en productos con valor agregado es uno de los pilares de la economía circular (Suárez-Eiroa et al., 2019). La biomasa lignocelulósica (BLC) está disponible en abundancia en materiales orgánicos de desecho, representando un potencial importante para el reemplazo de combustibles fósiles.

El bioetanol de segunda generación implica la conversión de BLC en etanol y se perfila como candidato para suplantar la gasolina basada en combustibles fósiles. Dicho esquema de producción, descrito en la Figura 8.1., resulta también beneficioso para satisfacer la demanda de combustibles líquidos livianos de origen renovable, ya que el bioetanol de primera generación (cuyo origen proviene de cultivos con grandes porcentajes de almidón) poseen un impacto social negativo debido al uso de recursos alimenticios (Paschalidou et al., 2018).

Al utilizar materia de origen vegetal como materia prima, el bioetanol de segunda generación también contribuye a reducir la emisión de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático. Los principales procesos de conversión de biomasa lignocelulósica en etanol incluyen pretratamientos (físicos, químicos biológicos o combinaciones de éstos), hidrólisis enzimática de azúcares (sacarificación), seguida de fermentación, fundamentalmente con levaduras.

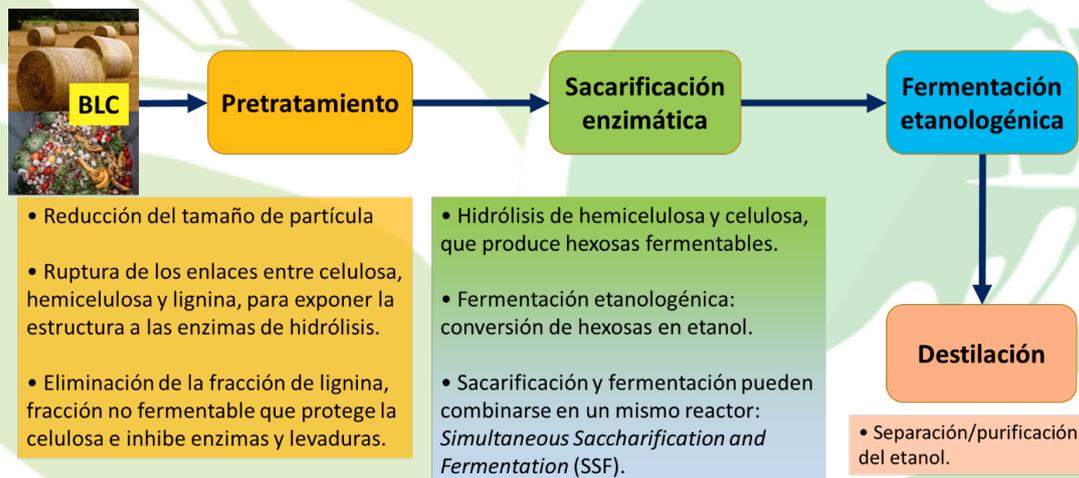


Figura 8.1. Esquema de producción de bioetanol a partir de BLC.



Muchas iniciativas industriales para producir bioetanol de segunda generación han fracasado por no desarrollar formas eficientes de adaptar la biomasa a los procesos de sacarificación y fermentación. La razón más importante es la baja biodisponibilidad de la glucosa de la materia prima debido a la presencia de lignina (Gao et al., 2014). Mediante los métodos de pretratamiento se logra eliminar dicha lignina, mejorando así la exposición de la celulosa al proceso posterior de sacarificación.

La Tabla 8.1. resume las condiciones de operación, méritos y desventajas de tecnologías industrialmente relevantes hasta la fecha técnicas de pretratamiento mecánico y químico de la BLC (Hassan et al., 2018; Kumar et al., 2020) que podrían habilitar la producción sostenida de bioetanol de segunda generación.

TABLA 8.1. PRETRATAMIENTOS DE BLC PARA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE SEGUNDA GENERACIÓN.

Pretratamiento	T (°C)	P (MPa)	Méritos	Desventajas
Homogeneización de alta presión (HPH)	Baja (<80)	150-400	+ Disrupción de estructura vegetal. + Extracción de bio productos intracelulares	- Alta demanda de energía - Sin deslignificación
Explosión de vapor	150-250	0.1-5 MPa	+ Delignificación moderada + Disminución de la cristalinidad	- Alta demanda de energía - Alto costo del equipo - Degradación del azúcar
Agua caliente	100-250	0.1-50 MPa	+ Disminución de la cristalinidad + Delignificación moderada	- Low eficiencia energética - Altos costos
Radiación de microondas	150-250	0.1	+ Alta eficiencia energética + Alta delignificación + Tiempos de operación cortos	- Alto costo - Cuestiones de seguridad
Deslignificación ácido-base	80-120	0.1-1	+ Delignificación moderada + Corto tiempo de proceso	- Corrosión - Degradación del azúcar - Inhibidores de fermentación
Amonólisis	150-200	1-5	+ Alta deslignificación + Mejora de la reactividad de la celulosa	- Toxicidad del amoníaco - Alta corrosión
Extracción con disolventes orgánicos	60-120	0.1	+ Alta deslignificación +Lignina de alta calidad + Mejora de la reactividad de la celulosa	- Costo del proceso - Recuperación de disolventes - Cuestiones de seguridad
Extracción oxidativa con disolvente orgánico	60-90	0.1	+ Alta delignificación +Lignina de alta calidad + Mejora de la reactividad de la celulosa	- Costos del proceso - Recuperación de disolventes - Cuestiones de seguridad
Solvólisis asistida por microondas	150-200	0.1 MPa	+ Corto tiempo de proceso + Mayor eficiencia energética + Alta delignificación	- Alto costo del equipo - Cuestiones de seguridad
Líquidos iónicos	30-100	0.1 MPa	+ Alta delignificación + Baja corrosión	- Coste del disolvente - Toxicidad

8.2. PERSPECTIVAS PARA EL EMPLEO DE EXTRACCIONES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE.



Cristina dos Santos Ferreira.

Universidad de Buenos Aires; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Departamento de Química Orgánica. Laboratorio de propiedades y conservación de biomoléculas. Int. Guiraldes 2160. Ciudad Universitaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. cdossantos@qo.fcen.uba.ar

Hace unos años comienza a plantearse a nivel mundial un cambio hacia una economía circular en oposición al modelo lineal de producción (extraer-producir-consumir-tirar). Esto implicaría modificar los métodos de producción de alimentos, optimizando los recursos existentes y el aprovechamiento de los residuos agroindustriales (Helkar y col., 2016; Krolczyk y col., 2016).

Las demandas actuales de los consumidores impulsan a su vez, la búsqueda y desarrollo de alimentos funcionales con ingredientes naturales que puedan mejorar el estado de salud y bienestar de las personas.

En nuestro país existe una enorme diversidad de especies vegetales, siendo algunas de ellas probadas fuentes de compuestos bioactivos que pueden llegar a reemplazar a aditivos sintéticos actualmente cuestionados por el consumidor, o importados. Aprovechar recursos vegetales autóctonos y subproductos o residuos agroindustriales como fuentes de compuestos bioactivos o de alto valor nutritivo, entre otras propiedades (Dedousi y col., 2017; Gullón y col., 2020), contribuiría al modelo productivo circular, a la revalorización de las microeconomías y la preservación de la diversidad de la flora y fauna regionales.

En la extracción de bioactivos para su posterior empleo en alimentos enriquecidos, resulta importante la implementación y optimización de métodos verdes (Chemat y col., 2012). Esto hace indispensable la búsqueda de nuevos aditivos/solventes de extracción y el desarrollo de procedimientos seguros y no contaminantes (Barba y col., 2016; Chemat y col., 2017). Los vegetales pueden contener gran variedad de compuestos activos, por lo tanto, maximizar la extracción de estos compuestos a partir del tejido vegetal es clave para asegurar el efecto buscado (Gao y col., 2016). Esto hace indispensable la búsqueda de nuevos aditivos o solventes de extracción y el desarrollo de procedimientos seguros y no contaminantes (Jiang y col., 2018).

Entre las metodologías de extracción alternativas (Figura 8.2.) que cumplen con los principios de la química verde, podemos citar:

- **Extracciones asistidas:** por ultrasonido o microondas. Ambas técnicas mejoran la transferencia de masa y la penetración del disolvente en el material vegetal por efectos mecánicos de cavitación acústica o de gradiente de temperatura respectivamente. (Li y col., 2015; Dedousi y col., 2017; Chemat y col. 2017)
- **Extracciones con fluidos supercríticos:** donde se utilizan fluidos denominados supercríticos como solvente, siendo el dióxido de carbono el más comúnmente empleado, debido a su temperatura crítica relativamente baja (alrededor de 30°C), su baja toxicidad y alta disponibilidad (Benvenuti y col. 2020).
- **Extracciones con solventes no tradicionales y no contaminantes** como son las ciclodextrinas (Cai, y col., 2018; Favre y col., 2020) o en presencia de enzimas o las técnicas con solventes eutécticos profundos naturales (NADES). Los NADES por ejemplo, son mezclas de azúcares o ácidos orgánicos cuyas principales características son poseer un punto de fusión inferior al de los componentes puros, tienen muy baja volatilidad, son biocompatibles, fáciles de preparar y no tóxicos¹.



Química verde



Figura 8.2. Métodos de extracción verdes

Estos métodos de extracción o su combinación, alternos a los convencionales, han logrado despertar el interés de los investigadores como futuras perspectivas de aplicación, con altos rendimientos, para la recuperación de compuestos bioactivos de los residuos o vegetales. Esto implica menores costos y tiempos de extracción, impactando en el aprovechamiento y revalorización de los residuos, que presentan una gran diversidad de compuestos de interés para la industria farmacéutica, alimentaria y biotecnológica.

¹ El origen de los NADES viene de la biología donde las células usan altas concentraciones de distintos azúcares y/o ácidos orgánicos para evitar el congelamiento, para protegerse (este fundamento se usa en las técnicas de vitrificación). El problema de la selección del solvente también es que esté permitido (por ejemplo el cloruro de colina no está autorizado para el uso en alimentos). Hay otras opciones como soluciones con altas concentraciones de compuestos que sean donores de puente hidrógeno (como una sal de amonio cuaternaria, o ácido cítrico/láctico) y de otra sustancia aceptor de puente hidrógeno (puede ser un azúcar). Este solvente formulado debe ser líquido a temperatura de ambiente y es necesaria una etapa previa de caracterización. Para saber si me sirve un solvente para determinado extracto o biomasa lo que importa es la proporción de agua y ver las propiedades extractivas que tiene con el compuesto de interés. Los NADES se usan actualmente en Argentina desde hace algunos años y ya hay algunas publicaciones sobre el tema en revistas internacionales. En Buenos Aires, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se usaron para extraer compuestos fenólicos a partir de alcaucil. Es crítico encontrar el par de compuestos que mejor funcione para cada matriz ya que las diferencias pueden ser substanciales. Y ver además el tema de los costos ya que se utilizan muy concentrados (aproximadamente 7 M).



8.3. EXTRACTOS SUPERCRÍTICOS DE HOJAS DE OLIVO: OPTIMIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CARACTERIZACIÓN.



Cecilia Dauber¹, Tatiana Carreras¹, Alberto Valdés², Adriana Gambaro¹, Elena Ibañez², Ignacio Vieitez¹

¹Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. ²Laboratory of Foodomics, Institute of Food Science Research (CIAL, CSIC), Madrid, España. ivieitez@fq.edu.uy

Las hojas de olivo constituyen un subproducto de la industria olivícola con un alto potencial de revalorización, al tratarse de una matriz rica en compuestos fenólicos que pueden ser recuperados y utilizados en diferentes aplicaciones principalmente debido a sus propiedades antioxidantes (Tsimidou & Papoti, 2010; Abaza et al., 2015). El objetivo de este trabajo fue optimizar las condiciones operativas de extracción para obtener extractos naturales de hojas de olivo con alto poder antioxidante, utilizando la tecnología de extracción con fluidos supercríticos.

Se trabajó con hojas de olivo de variedad Arbequina que fueron sometidas a un tratamiento de secado en bandejas a temperatura ambiente durante 15 días y posterior molienda (1 mm). Se llevaron a cabo un total de 10 extracciones siguiendo un diseño de tipo Central Compuesto en el que las variables independientes estudiadas fueron temperatura (40-60°C) y presión (150-350 bar). Las condiciones del punto central consideradas fueron de 50°C y 250 bar. Para las extracciones supercríticas se utilizó un equipo a escala de laboratorio equipado con una celda de 25 mL de capacidad y el solvente de extracción utilizado fue CO₂ con un 10% de etanol (m/m) como co-solvente.² Para cada extracción se calculó el rendimiento másico global (%) y sobre los extractos se determinó el contenido de fenoles totales (Folin-Ciocalteu) y la actividad antioxidante por el método del radical ABTS. Para cada una de estas tres variables se construyeron superficies de respuesta utilizando el software DesignExpert (v.12).

Los rendimientos obtenidos variaron entre 0,72 y 4,81%, observándose un efecto positivo tanto de la temperatura como de la presión. El contenido de fenoles totales se ubicó entre 22,9 y 53,6 mg GAE/g de extracto y para la actividad antioxidante se obtuvieron valores entre 39,4 y 78,0 mg eq. Trolox/g extracto. Estas dos variables presentaron un comportamiento muy similar entre sí, ubicándose los valores máximos a temperaturas bajas (40-45°C) y presiones intermedias (250-300 bar) en el rango estudiado. De acuerdo a estos resultados se determinó una temperatura de 40°C y una presión de 300 bar como las condiciones óptimas para maximizar la actividad antioxidante de los extractos.

Para el extracto obtenido en dichas condiciones se realizó la identificación de los compuestos fenólicos individuales presentes mediante RP/HPLC-Q-TOF MS/MS. En orden decreciente de concentración, los principales polifenoles identificados fueron ácido cumárico, hidroxitirosol, ácido ferúlico, oleuropeína, ácido cafeico y luteolina. Por último se evaluó el potencial del extracto para proteger un aceite comestible frente al daño oxidativo mediante el método Rancimat. El extracto añadido en una concentración de 1000 ppm otorgó una protección similar a la de 200 ppm del antioxidante sintético BHT, por lo que podría utilizarse como sustituto de antioxidantes sintéticos, evitando los riesgos asociados a su consumo.

²La materia prima debe tener muy bajo contenido de agua para lograr una buena extracción con fluidos supercríticos por lo que se debe realizar un secado a 50°C antes de procesarlos.



8.4. EXTRUSIÓN PARA LA VALORIZACIÓN DE ALPISTE, SORGO, QUÍNOA Y MIJO EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS INOVADORES.



Guido Rolandelli^{1,2*}, Abel Farroni³, Gustavo Gutiérrez-López⁴, Pilar Buera^{1,2}

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamentos de Industrias y Química Orgánica, Intendente Güiraldes 2160 C1428, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. ²CONICET – Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ), Intendente Güiraldes 2160 C1428, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. ³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Av. Frondizi km 4.5, Pergamino 2700, Buenos Aires, Argentina. ⁴Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N, Santo Tomás 11340, Ciudad de México, México.

rolandelliguido@gmail.com

La extrusión es una de las metodologías más utilizadas en el desarrollo de alimentos a base de cereales. Presenta las ventajas de ser un proceso continuo, versátil, sencillo y económico en comparación a otras tecnologías tradicionales. Al ser un método con mínimo consumo energético, hídrico y sin generación de residuos, su impacto sobre el medio ambiente es significativamente inferior al de otros métodos de procesamiento (Lillford y Hermansson, 2021).

Su versatilidad permite la incorporación de materiales de diferente naturaleza para el desarrollo de productos distintivos. Harinas integrales, residuos agroalimentarios, subproductos de diferentes líneas de producción, entre otros, pueden formar parte de las formulaciones alimentarias (Prabha et al., 2021). El aprovechamiento integral de los ingredientes, con mínima generación de residuos, posicionan a la extrusión como una tecnología que favorece al desarrollo de alimentos mediante procesos compatibles con una economía circular (Usmani et al., 2021).

Particularmente, mediante la extrusión se pueden desarrollar productos innovadores por la utilización de cultivos subvalorados o no tradicionales para consumo humano como alpiste, sorgo, quínoa y mijo (Rolandelli et al., 2020, 2021). Estos presentan las ventajas de crecer en suelos áridos, con bajos requerimientos hídricos y condiciones de elevadas temperaturas. Además, su particular combinación de carbohidratos, lípidos y proteínas convierten a estos cultivos en alternativas promisorias para elaborar productos novedosos y con alta calidad (Rolandelli et al., 2020, 2021).

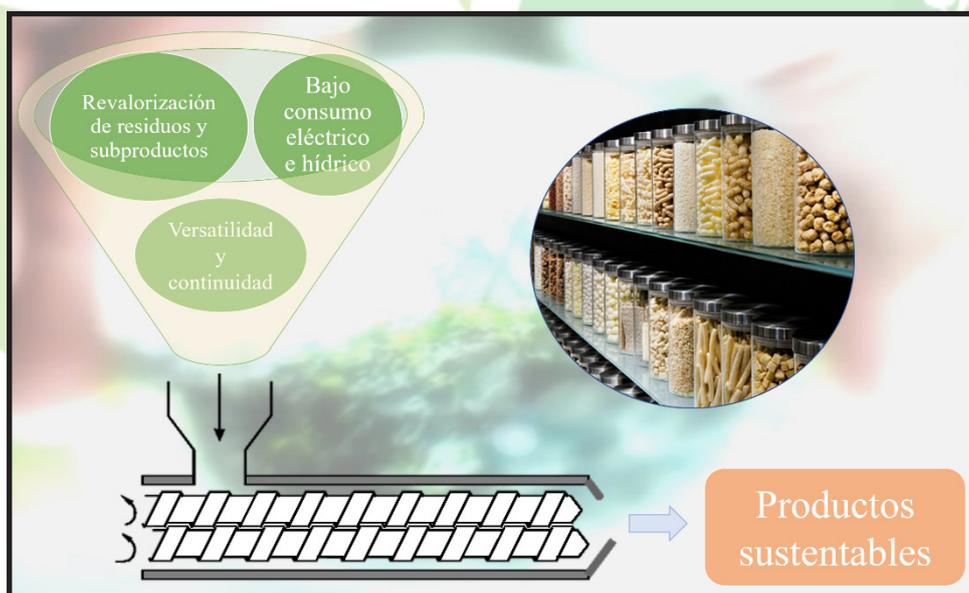


Figura 8.3. La extrusión como herramienta sostenible para la elaboración de alimentos.



8.5. PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE HELADOS.



Prof. Dr. Fabiano Freire Costa

Departamento de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
fabianofreirecosta@gmail.com

Os gelados comestíveis possuem inúmeras classificações ao redor do mundo podendo ser lácteo ou não. Dentre os gelados comestíveis destacamos os sorvetes que possuem uma estrutura coloidal complexa formado por bolhas de ar, cristais de gelo e glóbulos de gordura dispersos numa fase não congelada de açúcares, proteínas, sais e polissacarídeo de alto peso molecular. Essas estruturas podem variar de nanômetros a micrômetros de diâmetro sendo este um dos inúmeros fatores que auxiliam na caracterização de sua qualidade (Costa et al., 2008). Produzir sorvetes de qualidade não é fácil e envolve conhecimentos multidisciplinares. No processo produtivo se consome muita energia e já é de conhecimento das indústrias que práticas sustentáveis auxiliam em economia de até 60% (EMBRAPA, 2021). A sustentabilidade é um processo que deve ser estabelecido entre a sociedade e o meio ambiente por tempo indeterminado e em equilíbrio entre os setores ambiental, econômico e social, com o objetivo de atingir o desenvolvimento sustentável. Este último consiste em um processo de mudança crescente voltado às políticas públicas através de um plano de desenvolvimento. Com intuito de atender requisitos básicos à população, envolvendo diversos setores e respeitando o ambiente e a sustentabilidade, foi proposto pela ONU um acordo global em favor do desenvolvimento sustentável, a Agenda 2030 (Moreira et al., 2019; ONU, 2021). O extrair, produzir, descartar e poluir presentes na economia linear dá espaço ao recusar, refletir, reduzir, reutilizar e reciclar presentes na economia circular (Dias; Pedrozo, 2012; Weetman, 2019). Será um desafio equilibrar práticas sustentáveis com a rentabilidade neste cenário de transição. Sairá na frente quem se qualificar e identificar demandas e nichos de atuação. O mercado do sorvete e produtos correlatos ainda possuem muito espaço para inovação e implementação de práticas sustentáveis. Com isso, é possível agregar valor aos produtos e processos em setores importantes da cadeia produtiva que ainda são desvalorizados (Kinupp; Lorenzi, 2014; Amaral, Et Al., 2018; Moreira Et Al., 2021).



8.6. CARNE IN VITRO COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LOS IMPACTOS NEGATIVOS DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA CARNE.



Alejandra Pérez-Pérez.

Grupo de Investigación BIOALI; Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias-Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53 108, Bloque 2-105 Medellín-Colombia. maria.perez12@udea.edu.co

Actualmente, los modelos tradicionales de producción de carne suponen un gran costo ambiental y económico, además de las diversas consideraciones éticas que existen alrededor del bienestar animal. Estos aspectos, junto a la necesidad constante de innovación, el incremento esperado en la demanda de proteína animal a nivel mundial, y el crecimiento poblacional, obligan a la industria cárnica y al sector agropecuario a implementar alternativas de producción de carne (Cartín-Rojas & Ortiz, 2017) que suplan la demanda y minimicen los impactos negativos mencionados. Entre estas alternativas se destaca la carne in vitro, la cual es obtenida a partir de células madre de animales vivos que son cultivadas en un entorno controlado donde se multiplican y crecen de manera independiente al animal (Moritz; et al., 2015; Post, 2012)³. En general, la tecnología desarrollada para la obtención de carne in vitro consta de cinco etapas: 1. Recolección de un fragmento de tejido muscular, 2. Aislamiento de células, 3. Expansión en un medio de cultivo, 4. Diferenciación de células y fibras musculares, y 5. Ensamblaje de la carne (Kumar; et al., 2014). Así, este tipo de carne surge como una opción viable para satisfacer las demandas de fuentes proteicas con alto valor nutricional, y a su vez podría mitigar problemas de malnutrición que afectan a millones de personas en el mundo; siendo además amigable con el medio ambiente y considerando el bienestar animal (Bhat & Fayas, 2011; Van der Weele & Clemens, 2013; Cartín-Rojas & Ortiz, 2017)⁴. Sin embargo, se debe considerar que aún existen algunas limitaciones que representan retos para la producción de carne in vitro a gran escala, entre ellas se destacan los altos costos de producción, la ausencia de regulación específica, los posibles impactos negativos en la salud del consumidor y las diferencias fisicoquímicas y sensoriales frente a la carne convencional (Cartín-Rojas & Ortiz, 2017; Verbeke; et. al, 2021).⁵

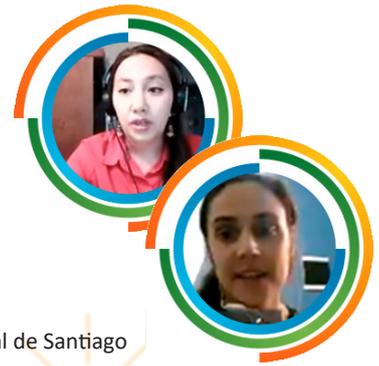
³ Desde el año 2019, en Argentina, los Laboratorios Craveri están desarrollando B.I.F.E. -Bio Ingeniería en la Fabricación de Elaborados con la tecnología de carne in vitro.

⁴ No existe aún legislación o regulaciones para este tipo de producción. Se cree que se podrían generar células cancerosas, o desarrollar algún compuesto tóxico para el ser humano. Falta avanzar con los estudios al respecto.

⁵ En cuanto a la evaluación sensorial, se vieron diferencias con la carne convencional en cuanto al color por lo que se agregaron colorantes. Sin embargo el sabor y la textura de la carne obtenida por este método fueron muy similares a la carne tradicional, y tuvieron buena aceptación de los consumidores. Es importante remarcar que la aceptación de los consumidores dependerá mucho de las preparaciones que se realicen con el producto (si se prepara en salsa, a la plancha, hervida con o sin otros ingredientes).



8.7. EFECTO DEL SECADO EN LAS PROPIEDADES DEL BAGAZO CERVECERO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES.



Daniela García, Ivanna Villalba, Mónica Nazareno.

Instituto de Ciencias Químicas (ICQ), Facultad de Agronomía y Agroindustrias (FAyA), Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)- CONICET. RN 9 Km 1125. Villa El Zanjón. CP4206, Santiago del Estero. Argentina.
manazar2004@yahoo.com

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más populares del mundo. Durante su elaboración se genera gran cantidad de un residuo insoluble denominado localmente como bagazo cervecero e internacionalmente como “Brewer’s spent grain” (BSG) (Ikram et al., 2017). La disposición final de este subproducto genera dificultades para los productores y constituye una seria problemática ambiental por la cantidad generada, siendo en Argentina aproximadamente de 15 millones de kg de bagazo/año (Bramforth, 2017). El uso eficiente de este subproducto tendría un impacto positivo directo sobre la economía y la reducción de la contaminación ambiental.⁶ Por el contrario, no aprovecharlo conduce hacia la pérdida de ingresos potenciales y, además, su eliminación conlleva un costo adicional y creciente. El BSG presenta en su constitución sustancias bioactivas, especialmente, compuestos fenólicos con actividad antioxidante (Bonifácio-Lopes et al., 2019). Por la abundancia de este subproducto, por su bajo costo y por sus componentes, el BSG constituye un potencial ingrediente para la elaboración de alimentos funcionales que pueden aportar nutrientes y compuestos bioactivos (Heredia-Sandoval et al., 2019). El objetivo de este trabajo fue evaluar las condiciones de secado sobre las sustancias bioactivas antioxidantes del BSG. Para ello, se realizó el secado del BSG de cervezas rubias (IPA y dorada pampeana) a diferentes temperaturas: 45, 60 y 100°C en estufa y, a temperatura ambiente, mediante aireación natural controlando la pérdida de humedad a 100°C, hasta peso constante.⁷ A partir del bagazo seco se realizó la molienda utilizando un molinillo eléctrico. Posteriormente, se determinó el contenido de cenizas y se evaluó el deterioro oxidativo del material por TBARS. Luego se prepararon extractos en un proceso asistido por ultrasonido de polvo de BSG y se determinaron los contenidos de compuestos fenólicos, melanoidinas, azúcares, taninos y proteínas solubles y actividad antioxidante (Tabla 8.2.) según García et al. (2017). Mediante este trabajo se determinó que el empleo de altas temperaturas para el secado permitió obtener extractos ricos en compuestos fenólicos con actividad antioxidante pero un mayor deterioro oxidativo. El secado por aireación natural permite obtener extractos ricos en compuestos bioactivos y menor deterioro oxidativo, evitando también el consumo energético.

⁶ Es importante aclarar que es necesario un análisis microbiológico completo de los bagazos para determinar su inocuidad, dado que a menudo el reto de trabajar con subproductos agroindustriales es que las empresas no manejan de manera adecuada estas materias primas, al considerarlas como un desecho. Es esencial una vez obtenido el bagazo realizar el secado lo más rápido posible para minimizar los riesgos microbiológicos.

⁷ Cabe comentar que a 100°C se observó una mayor cantidad de compuestos fenólicos probablemente generados por la reacción de Maillard, y al mismo tiempo, se observó una mayor oxidación lipídica debido quizás al deterioro oxidativo por el tratamiento térmico.



TABLA 8.7. CARACTERIZACIÓN DEL BAGAZO DE CERVEZAS RÚBIAS

Tabla 8.7. Caracterización del bagazo de cervezas rúbias

Composición	Temperatura de secado	Poivo de BSG
Contenido de cenizas (g/100 g MS)	100°C	1,22±0,46
Proteínas solubles (g ASB/100 g MS)	100°C	0,32±0,05
	60°C	0,32±0,05
	45°C	0,37±0,05
	TA	0,34±0,05
Azúcares solubles (g glucosa/100 g MS)	100°C	18,9±3,9
	60°C	19,0±3,9
	45°C	17,0±3,9
	TA	19,0±3,9
Contenido total de compuestos fenólicos (g AG/100 g MS)	100°C	0,341±0,021**
	60°C	0,219±0,019*
	45°C	0,143±0,021
	TA	0,144±0,021
Actividad antioxidante (g AG/100 g MS)	100°C	0,104±0,007*
	60°C	0,071±0,007
	45°C	0,072±0,007
	TA	0,063±0,007
Melanoidinas (g/100 g MS)	100°C	1,052±0,069*
	60°C	0,604±0,052
	45°C	0,461±0,690
	TA	0,385±0,0690
Taninos condensados (mg cianidin 3-glucósido/ 100 g MS)	100°C	42,3±3,0
	60°C	36,5±2,6
	45°C	41,1±3,2
	TA	43,1±3,2
Estado oxidativo (mg MDA/100 g MS)	100°C	0,36±0,03*
	60°C	0,21±0,02
	45°C	0,22±0,02
	TA	0,14±0,02

AG: ácido gálico, ASB: albúmina sérica bovina, TA: temperatura ambiente, MS: materia seca, MDA: malondialdehído. Los * representan diferencias significativas (p<0,05).



8.8. OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE BARROS RESIDUALES.



Verónica Martínez¹, María José Lavorante¹, Rodrigo E. García², Miryan Cassanello³, Miguel Galvagno⁴

¹División de Investigación en Energías Renovables (DIDER), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Argentina. ²DIIV, Armada Argentina. ³Depto. Industrias, FCEyN-UBA e ITAPROQ, CONICET-UBA, Argentina. ⁴INMIBO-FCEyN-UBA-CONICET, Argentina. vlmartinez303@yahoo.com

La economía actual es lineal; se produce un bien, se usa hasta que culmina su vida útil y se deshecha. El concepto de economía circular emerge como una estrategia para lograr una economía más sustentable. Dentro de este esquema circular, los bioprocesos son importantes porque permiten tanto obtener productos de valor comercial como tratar residuos dentro de los ciclos que ocurren naturalmente en el ambiente o en las células. El gas hidrógeno (H₂) puede obtenerse a partir de bioprocesos empleando corrientes residuales por una vía metabólica bacteriana generalmente conocida como fermentación oscura. El hidrógeno se utiliza ampliamente como fuente de energía limpia y también como reactivo para numerosos procesos industriales.⁸ En este trabajo, se estudia la producción de H₂ a partir de barros obtenidos de una planta de tratamiento de aguas residuales de un buque (García y cols., 2012). Con un adecuado pretratamiento del barro con calor, es posible seleccionar la población bacteriana productora de hidrógeno, ya que son bacterias esporulantes y estas estructuras son sumamente resistentes (Martínez y cols., 2012). Luego, se cultivan en un medio apropiado, y como residuo de su metabolismo, se genera una mezcla de gases que contiene alta proporción de hidrógeno (por encima del 60% de hidrógeno). Este gas mezcla obtenido por este proceso de fermentación oscura es capaz de hacer funcionar una pila de combustible con membrana de intercambio de protones (batería tipo PEM) sin necesidad de purificación. Este dispositivo genera energía eléctrica limpia y agua (Martínez y cols, 2019).

El proceso de fermentación oscura se realiza dentro de un tanque de fermentación. Al tanque se ingresan los fermentos bacterianos, un medio apropiado y una fuente de carbono que sea metabolizable. Esta fuente puede ser sacarosa (azúcar común), que el microorganismo internaliza directamente; o puede ser un residuo pre-tratado para transformarlo en metabolizable, por ejemplo, ensilado, residuos forestales y lignocelulósicos, residuos de industrias alimenticias, cáscaras, purines de animales, etc. Una vez realizado el proceso y obtenido el hidrógeno, el efluente del fermentador puede usarse como fertilizante o ingresarse en otro fermentador que realice otro proceso hasta obtener el producto final que es gas metano. El metano a su vez puede quemarse en una hornalla para obtener más energía, convirtiéndose así en dióxido de carbono, que se libera a la atmósfera y vuelve a ingresar al ciclo circular cuando una planta lo capta para fotosíntesis.

⁸ En las normas ISO hay varias normas de seguridad para el manejo del H₂. Mientras se trabaja en lugares abiertos o con ventilación no hay problema en volúmenes pequeños. A mayores escalas hay que tener en cuenta los materiales de tanques, tubos y válvulas. A escala pequeña el manejo de H₂ es similar a utilizar aire comprimido en cuanto a seguridad.



8.9. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN ALIMENTOS POR MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS.



Jorge Hoyos-Arbeláez y José Contreras-Calderón.

Grupo BIOALI. Universidad de Antioquia (UDEA). Medellín, Colombia. jandres.hoyos@udea.edu.co

El interés por el desarrollo y consumo de alimentos funcionales ha permitido el uso y desarrollo de técnicas analíticas para la evaluación de la capacidad antioxidante (CA). Las técnicas tradicionales para la evaluación de la CA se basan en el monitoreo, mediante espectrofotometría Uv-Vis, de la aparición o desaparición de compuestos coloreados a partir de la captura de radicales sintéticos o la capacidad de reducir complejos metálicos. Las técnicas electroquímicas están emergiendo como alternativas, dadas algunas de las desventajas que enfrentan los métodos espectrofotométricos como el uso de reactivos costosos que no son amigables con el medio ambiente, tiempo de reacción indefinido, pretratamiento de muestras prolongado y baja precisión y sensibilidad (Hoyos-Arbeláez y cols., 2018). Las cuatro técnicas electroquímicas más utilizadas son la voltamperometría cíclica, voltamperometría de pulsodiferencial, voltamperometría de onda cuadrada y cronoamperometría (Hoyos-Arbeláez y cols., 2017). Las técnicas electroquímicas han mostrado una alta correlación con los métodos espectrofotométricos y aunque aún no es generalizado su uso en el campo de alimentos y bebidas, es una alternativa viable y amigable con el medio ambiente para la evaluación de la capacidad antioxidante.⁹

⁹ Con estos equipos se pueden determinar tanto la capacidad antirradicalaria como el poder reductor total de la muestra. Además se pueden modificar los electrodos para que tengan selectividad y solamente detecten una familia de moléculas particulares y se mida la capacidad antioxidante o poder reductor de un tipo de compuestos. Existen detectores que se podrían acoplar a la salida del HPLC, o de otras técnicas, como instrumento de medición.

Estos equipos tienen un detector electroquímico, para cuantificar un compuesto depende si la molécula a detectar es electroactivo (realiza una reacción de oxido-reducción) y si no lo es se puede hacer una modificación al método: Se busca un agente modificante para la molécula que se quiere medir, y muchas veces se pone una gota del agente modificante en el electrodo, se deja secar y se mide, es bastante sencillo. Por ejemplo en la detección de la glucosa, estos sensores (tipos tiritas) tienen glucosaoxidasa que genera peróxido de hidrogeno (en presencia de glucosa) que es lo que se mide con el sensor e indirectamente se cuantifica la glucosa.

En esta técnica depende mucho del tipo de mecanismo que sufre el analito: DIFUSIONAL depende de la difusión del analito (pequeños compuestos). ADSORTIVO donde la mayoría de compuestos son más voluminosos.

El nombre de estos equipos es potenciostato, hay una gran variedad como de espectrofotómetros. Existen equipos potenciostatos del tamaño de un celular, con electrodos impresos también portátiles y desechables por lo que se podría medir en cualquier lado sin necesidad de computadora. En Argentina hay un Ingeniero que los fabrica, Ing. Santiago Sobral, y los equipos se llaman TEQ.



8.10. MICROSCOPIA Y ESPECTROSCOPIA COMO HERRAMIENTAS PARA EL ENTENDIMIENTO DE LA MICROENCAPSULACIÓN.



Liliana Alamilla-Beltrán.

Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Av. Wilfrido Massieu, Col. Nueva Industrial Vallejo, Gustavo A Madero. 07738. Ciudad de México, Mex. lalamilla@ipn.mx

En la Industria de Alimentos es de importancia el aprovechamiento y conservación de los nutrientes básicos como proteínas, vitaminas, lípidos y carbohidratos. Dentro de estos se han identificado una gran variedad de componentes bioactivos como minerales, péptidos, probióticos, ácidos grasos poliinsaturados, polifenoles, entre otros. La importancia de esto reside en el hecho de que se ha identificado el efecto benéfico a la salud que proporcionan dichos componentes, como actividad antioxidante, antiinflamatorios, anticancerígenos, antihipertensivos, antimicrobianos, bactericidas, antihelmínticos, etc. (Palzer, 2009).

Con la finalidad de conservar la actividad biológica o funcionalidad de los compuestos bioactivos, tanto durante el procesamiento de los alimentos como durante el proceso de digestión, se ha propuesto el uso de tecnologías de encapsulación (Islam-Shishir, 2018). La microencapsulación por secado por aspersión o la gelación iónica, son dos de las técnicas más utilizadas en la industria de alimentos. En ambos casos, se protege el compuesto bioactivo (núcleo, relleno, carga, etc.) atrapándolo dentro de una o varias sustancias conocidas como cubierta (coraza, material pared, etc.) obteniéndose un producto (cápsula) en formas muy diversas, siendo la más común la forma esférica (Mishra, 2016; Islam-Shishir, 2018).

En el estudio de la encapsulación de compuestos bioactivos se han identificado varios enfoques, entre ellos se puede mencionar al atrapamiento del agente activo, mantener la integridad del bioactivo dentro de la cubierta y la liberación de este en un tiempo y sitio determinado ya sea en una matriz alimentaria o en el tracto gastrointestinal. Para conocer la interacción entre el activo y la coraza, la estructura formada por estos a las condiciones de encapsulación, la forma de liberación en diversos medios, se han utilizado técnicas como la microscopía y la espectroscopía (Porrás-Saavedra et al, 2018; Plazola-Jacinto, 2019; Pereyra-Castro et al, 2019).¹⁰

Con dichas técnicas de caracterización, se puede conocer el tamaño y distribución de las cápsulas, la morfología, el espesor, la topografía, la porosidad y la carga, entre otras. A través del análisis digital de imágenes es posible alcanzar un primer acercamiento a la forma y tamaño de las cápsulas, con resultados cualitativos y cuantitativos. La observación primaria de forma y distribución puede realizarse con microscopía óptica. La microscopía electrónica de barrido permite conocer el tamaño, forma, apariencia superficial e interna, la presencia de partículas con daños o variaciones morfológicas. La microscopía confocal de barrido láser permite la identificación de la distribución de los componentes que forman la coraza y el núcleo. La espectroscopía de fotoelectrones inducidos de rayos X (XPS) permite identificar los componentes elementales en la capa externa de las cápsulas e inferir la distribución de las principales moléculas de cada componente presente en la superficie de la partícula. La aplicación de estas técnicas ha permitido inferir los cambios de las partículas y en consecuencia predecir las posibles modificaciones al proceso de encapsulación para lograr las condiciones óptimas de encapsulación y en su caso de liberación (Porrás-Saavedra et al, 2018; Plazola-Jacinto, 2019; Pereyra-Castro et al, 2019).

¹⁰ A veces la liberación del compuesto bioactivo puede ser dificultoso ya que se protege el compuesto de interés con materiales muy resistentes. Al respecto, se ha demostrado que el agregado de gomas mejora las características de la cápsula en secado por aspersión y permite que sea menos compacta, mejorando mucho su liberación.



8.11. QUIMIOMETRÍA Y ANÁLISIS MULTIVARIADO APLICADOS A LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES AUTÓCTONOS.



Silvio Rodríguez.

IBBE, CONICET-UBA, Argentina. silviodavidrodriguez@gmail.com

Dentro de los objetivos de la denominada economía circular se encuentra el aprovechamiento de recursos y desechos, poniendo énfasis en los recursos regionales. Para poder llevar a cabo dicha tarea es necesario la caracterización de materiales con diversas técnicas analíticas. En años recientes, dichas técnicas han ampliado la información que se puede extraer de cada una de las muestras que se miden, siendo necesario emplear diferentes herramientas quimiométricas. Estas herramientas son específicas para tratar la incorporación de múltiples variables y se pueden dividir según sea la finalidad de: agrupar muestras similares (agrupación o clasificación) o cuantificar analitos (calibración multivariada). Además, dichos métodos pueden trabajar de modo supervisado o no supervisado según la información adicional de una variable de respuesta asociada a cada muestra.¹¹ En el presente trabajo se describieron los resultados de la discriminación de semillas de quinoa provenientes de 5 regiones geográficas diferentes empleando una combinación de FT-MIR y FT-NIR y los métodos de análisis de componentes principales, análisis de clusters y SIMCA (ver Figura 8.4) (Rodríguez y col. 2019a).

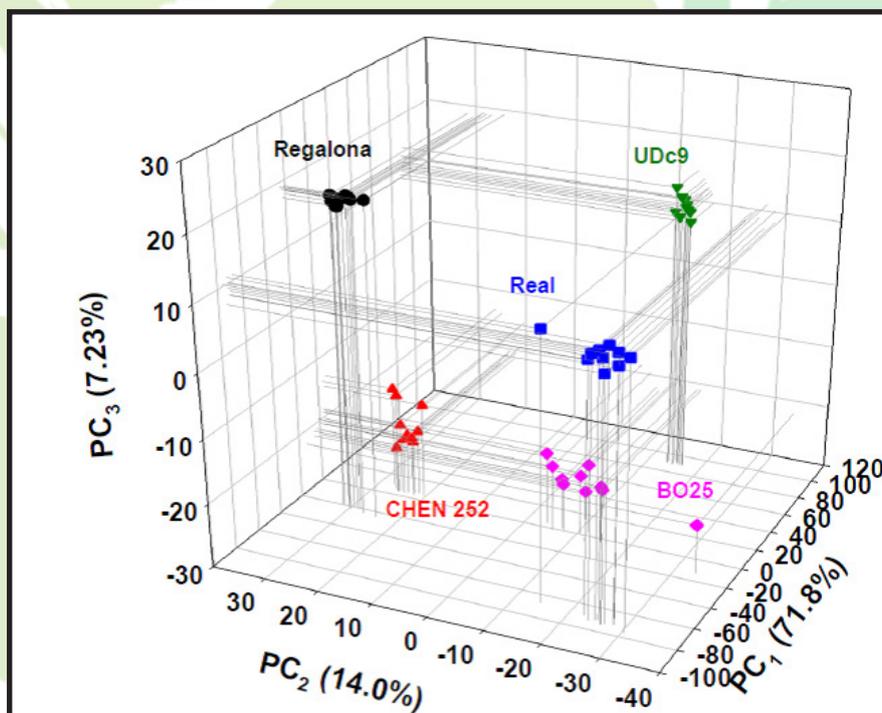


Figura 8.4. Gráfico de los tres primeros componentes principales aplicados sobre los espectros de FT-MIR y FT-NIR combinados para la discriminación de cultivares de semillas de quinoa del Noroeste Argentino.



Además, la espectroscopía infrarroja (FT-MIR) se utilizó para la detección de potenciales adulterantes de harina de quinoa y aceites de sésamo y chía con un porcentaje de adulteración de hasta un 1% m/m de adulterante (ver Figura 8.5) (Rodríguez y col. 2019b).¹²

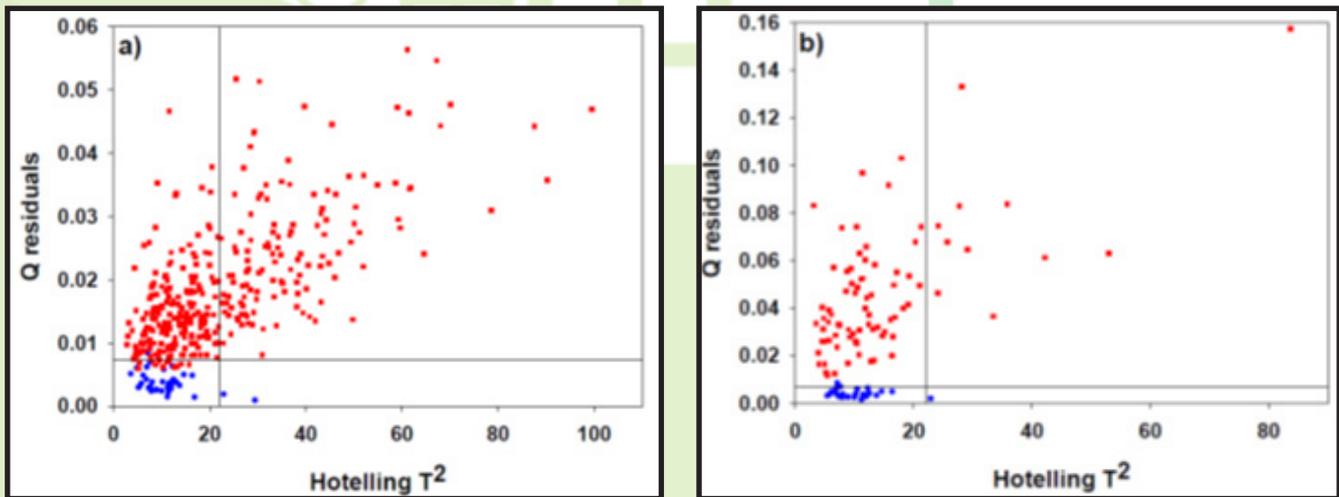


Figura 8.5. Resultados de análisis de tipo Untargeted (SIMCA) para las muestras puras (círculos azules) y las adulteraciones de harina de quinoa con harina de maíz, soja y trigo (círculos rojos), para las etapas de a) calibración, b) validación.

¹¹ En este tipo de análisis es posible diferenciar compuestos muy similares entre sí (diferentes fenoles por ejemplo) siempre y cuando se puedan discriminar con la técnica analítica utilizada (en un espectro por ejemplo). Los referentes en el uso de las herramientas estadísticas mencionadas en Argentina son el Dr. Magallanes en la UNSAM, el Dr. Alejandro Olivieri de la UNR, y el Dr. Héctor Goicochea de la UNL, y regularmente dictan cursos sobre cuantificación multi variable, clasificación y diseño experimental.

¹² La escasa cantidad de muestras analizadas provoca una carencia de representatividad sobre el sistema que se desea estudiar y suele ser muchas veces objetada por los evaluadores. Por ejemplo, llevar a cabo la determinación de alguna propiedad sobre solo 5 partículas de un polvo secado por aspersión, sería poco representativo sobre la totalidad de la muestra, generando resultados poco confiables. Lo recomendable entonces sería analizar varios lotes de muestras y a su vez explorar la mayor cantidad de partículas posibles, considerando también el costo que esto conllevaría. Además, dentro de las herramientas estadísticas de múltiples variables, existen métodos como el PCA, que ayudan a discriminar muestras según similitudes y diferencias de un modo simple y práctico.



Referencias Capítulo 8

- Abaza, L., Taamalli, A., Nsir, H., & Zarrouk, M. (2015). Olive tree (*Olea europaea* L.) leaves: Importance and advances in the analysis of phenolic compounds. *Antioxidants*, 4(4), 682–698.
- Amaral, T. N.; Junqueira, L. A.; Torres Prado, M. E.; Cirillo, M. A.; Abreu, L. R.; Costa, F. F.; De Resende, J. V. (2018). Blends of *Pereskia aculeata* Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. *Food Hydrocolloids*, v. 74, p. 01-10.
- Bamforth, C.W. (2017, 8 de marzo). Progress in brewing science and beer production. *Annual review of chemical and biomolecular engineering*, 8, 161-176.
- Barba, F. J.; Zhu, Z.; Koubaa, M.; Sant'Ana, A. S.; Orlie, V. (2016). Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 49, 96–109.
- Benvenuti, L., Sánchez-Camargo, A., Ferreira Zielinski, A., Regina, S., Ferreira, S. (2020). NADES as potential solvents for anthocyanin and pectin extraction from *Myrciaria cauliflora* fruit by-product: In silico and experimental approaches for solvent selection. *Journal of molecular liquids*, 315, 113761.
- Bhat, Z., & Fayas, H. (2011). Prospectus of cultured meat advancing meat alternatives. *J Food Sci Tech. Hat, Z.*, 48(2), 125–140. // 010-0198-7
- Bonifácio-Lopes T, Teixeira JA y Pintado M. (2019, 21 de agosto). Current extraction techniques towards bioactive compounds from brewer's spent grain – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(16), 2730– 2741.
- Buera, P. A.; Alamilla-Beltrán, C.; Busch, L.; Santos, V. M.; Farroni, C. I.; Favre, A.; Fernández-Varela, L. C.; Costa, F. F.; Gabilonbo, J. G.; Hidalgo, M.; Ingrassia, M. E.; Hriart, M.; Medrano, M. L. Et Al. (2021). Ibero-American Network as a Collaborative Strategy to Provide Tools for the Development of Phytopharmaceuticals and Nutraceuticals. In: Durgesh Nandini Chauhan, Kamal. (Org.). *Phytopharmaceuticals*. 1° ed. Wiley, v. 1, p. 19-57.
- Cai, R.; Yuan, Y.; Cui, L.; Wang, Z.; Yue, T. (2018). Cyclodextrin- assisted extraction of phenolic compounds: Current research and future prospects. *Trends in Food Science and Technology*, 79, 19–27.
- Cartín-Rojas, A., & Ortiz, P. (2017). Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(36), 135–144.
- Chemat F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560.
- Chemat, F., Vian, M.A., Cravotto, G. (2012). Green extraction of natural products: concept and principles International. *Journal of Molecular Sciences*, 13, 8615–8627.
- Dedousi, M., Mamoudaki, V., Grigorakis, S.; Makris, D. (2017). Ultrasound assisted extraction of polyphenolic antioxidants from Olive (*Olea europea*) leaves using a novel glycerol/sodium-potassium tartrate low-transition temperature mixture (LTTM). *Environments*, 4 (2), 31.
- Dias, M. F. P.; Pedrozo, E. A. (2012). Desenvolvimento sustentável nas inovações da indústria alimentícia brasileira: Em qual estágio estamos? *Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras*, v. 14, n. 3, p. 297-311.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2021). *A Agricultura Brasileira na Agenda Global de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em Acesso em: 19 de novembro de 2021.
- Favre, L., Rolandelli, G., Mshicileli, N., Vhangani, L., dos Santos Ferreira, C., van Wyk, J., Buera, M. de P. Antioxidant and anti-glycation potential of green pepper (*Piper nigrum*): Optimization of β -cyclodextrin-based extraction by response surface methodology. *Food Chemistry*. Vol. 316: 126280. Año: 2020
- Gao, D., Haarmeyer, C., Balan, V., Whitehead, T. A., Dale, B. E., & Chundawat, S. P. (2014). Lignin triggers irreversible cellulase loss during pretreated lignocellulosic biomass saccharification. *Biotechnology for Biofuels*, 7(1), 175.
- Gao, F.; Tingting Zhou, T.; Huc, Y.; Lana, L.; Vander Heydend, Y.; Crommene, J.; Lub, G.; Fana, G. (2016) Cyclodextrin-based ultrasonic-assisted microwave extraction and HPLC-PDA-ESI-ITMSn separation and identification of hydrophilic and hydrophobic components of *Polygonum cuspidatum*: A green, rapid and effective process Industrial. *Crops and Products* 80, 59–69 .
- García EM, Cherry N, Lambert BD, Muir J, Nazareno MA, Arroquy JI. (2017, 10 de abril) Exploring the biological activity of condensed tannins and nutritional value of tree and shrub leaves from native species of the Argentinean Dry Chaco. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97, 5021-5027.
- García, R.E., Martínez, V.L., Franco, J.I., Curutchet, G. (2012) Selection of natural bacterial communities for the biological production of hydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 37, Issue 13, Pág. 10095-10100, DOI 10.1016/j.ijhydene.2012.01.156
- Gullón, P., Eibes, G., Lorenzo, J. M., Pérez-Rodríguez, N., Lú-Chau, T. A., Gullón, B. (2020) Green sustainable process to revalorize purple corn cobs within a biorefinery frame: Co-production of bioactive extracts. *The Science of the Total Environment*, 709, 136236.
- Hassan, S. S., Williams, G. A., & Jaiswal, A. K. (2018). Emerging technologies for the pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 262, 310-318.



Helkar, P. B., Sahoo, A. K., Patil, N. J. (2016) Review: Food Industry By-Products used as a Functional Food Ingredients. *International Journal of Waste Resources*, 6:248.

Heredia-Sandoval N G, del Carmen Granados-Nevárez M, de la Barca AMC, Vásquez-Lara F, Malunga LN, Apea-Bah FB, Beta T y Islas-Rubio AR. (2019). Phenolic acids, antioxidant capacity, and estimated glycemic index of cookies added with brewer's spent grain. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(1) 41-47.

Hoyos-Arbeláez, J., Blandón-Naranjo, L., Vázquez, M., & Contreras-Calderón, J. (2018). Antioxidant capacity of mango fruit (*Mangifera indica*). An electrochemical study as an approach to the spectrophotometric methods. *Food chemistry*, 266, 435-440.

Hoyos-Arbeláez, J., Vázquez, M., & Contreras-Calderón, J. (2017). Electrochemical methods as a tool for determining the antioxidant capacity of food and beverages: A review. *Food Chemistry*, 221, 1371-1381.

Ikram S, Huang L, Zhang H, Wang J y Yin M. (2017, 23 de agosto). Composition and nutrient value proposition of brewers spent grain. *Journal of food science*, 82(10) 2232-2242.

Kinupp, V. F.; Lorenzi, H. (2014). Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo. Instituto Plantarum de Estudos de Flora. 768p.

Krolczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., Sołowiej, B. (2016). Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66 (3), 157–165.

Kumar, V., Taylor, N., Jalan, A., Hwang, L., Wang, B., & Hartgerink, J. (2014). A nanostructured synthetic collagen mimic for hemostasis. *Biomacromolecules.*, 15(4), 1484–1490.

Kumar, V., Yadav, S. K., Kumar, J., & Ahluwalia, V. (2020). A critical review on current strategies and trends employed for removal of inhibitors and toxic materials generated during biomass pretreatment. *Bioresource Technology*, 299, 122633.

Li, H.; Xu, X.Y.; Liu, M.; Sun, D.Z.; Li, L.W. (2010) Microcalorimetric and (2015) Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for recovery of polyphenols from *Citrus sinensis* peels *Food Chemistry*, 187, 507–516.

Lillford, P y Hermansson, A-M. (2021). Global missions and the critical needs of food science and technology. *Trends in Food Science and Technology*, 111, 800-811.

Martínez, V.L., Alfonso, A.J., García, R.E., Galvagno, M., Cassanello, M., (2019) Concentración óptima de alcalinizante para la producción de hidrógeno por medios biológicos, Libro de Resúmenes del Congreso Argentino de Ingeniería Química 2019.

Martínez, V.L., García, R.E., Curutchet, G., Sanguinetti, A., Fasoli, H.J., Franco, J.I. (2012) Demonstration of the possibility to power a fuel cell with hydrogen derived from the fermentation of sugar, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 37, Issue 19, Pág. 14920-14925, DOI 10.1016/j.ijhydene.2012.01.168

Mishra M K. Handbook of Encapsulation and Controlled Release. CRC Press. Boca Ratón, EUA; 2016.

Moreira, A. C. S.; Alves, C. A.; Nascimento, C. W.; Silva, D. D. M.; Almeida, F. H.; Silva, I. T. A.; Rocha, J. M. S.; Teodoro, L. C.; Sanabria, N. M. C.; Ananias, P. T. A.; Pontes, R. C. A.; Caiafa, T. B.; Nascimento, T. A. G.; Costa, Fabiano Freire. (2021). Helados sustentables: una tendencia para las próximas décadas. *Heladería Panadería Latinoamericana*, v. 275, p. 54.

Moreira, M. R.; Kastrup, E.; Ribeiro, J. M.; Carvalho, A. I.; Braga, A. P. O. (2019). Brasil rumo a 2030? Percepções de especialistas brasileiros(as) em saúde sobre o potencial de o País cumprir os ODS Brazil heading to 2030. *Revista Saúde em Debate*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 7, p. 22-35.

Moritz, M., Verbruggen, S., & Post, M. J. (2015). Alternatives for large-scale production of cultured beef: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 208–216.

ONU. Organización das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: Acesso em: 19 de novembro de 2021

Palzer S. Food structures for nutrition, health and wellness. *Trends in Food Science & Technology*. 2009; 20(5):194-200.

Paschalidou, A., Tsatiris, M., Kitikidou, K., & Papadopoulou, C. (2018). Using Energy Crops for Biofuels or Food: The Choice. En A. Paschalidou, M. Tsatiris, K. Kitikidou, & C. Papadopoulou, *Using Energy Crops for Biofuels or Food: The Choice* (pp. 35-38). Springer International Publishing.

Pereyra-Castro SC, Alamilla-Beltrán L, Villalobos-Castillejos F, Porras-Saavedra J, Pérez-Pérez V, Gutiérrez-López GF, Jiménez-Aparicio AR. Microfluidization and atomization pressure during microencapsulation process: Microstructure, hygroscopicity, dissolution and flow properties. *LWT-Food Science and Technology*. 2018; 96: 378-385.

Plazola-Jacinto CP, Pérez-Pérez V, Pereyra-Castro SC, Alamilla-Beltrán L, Ortiz-Moreno A. Microencapsulation of biocompounds from avocado leaves oily extracts. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 2019; 18(3):1261-1276.

Porras-Saavedra J, Alamilla-Beltrán L, Lartundo-Rojas L, Perea-Flores MJ, Yañez-Fernández J, Palacios-González E, Gutiérrez-López GF. Chemical components distribution and morphology of microcapsules of paprika oleoresin by microscopy and spectroscopy. *Food Hydrocolloids*. 2018; 81:6-14. .



- Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science*, 92, 297–301.
- Prabha, K, Ghosh, P, S A, Joseph, RM, Krishnan, R, Rana, SS y Pradhan, RC. (2021). Recent developments, challenges, and prospects of extrusion technology. *Future Foods*, 3, 100019.
- Rodríguez, S.D., López Fernández, M.P., Maldonado, S., Buera, M.P. (2019a). Evidence on the discrimination of quinoa grains with a combination of FT-MIR and FT-NIR spectroscopy. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (10), 4457-4464.
- Rodríguez, S.D., Rolandelli, G., Buera, M.P. (2019b). Detection of quinoa flour adulteration by means of FT-MIR spectroscopy combined with chemometric methods. *Food Chemistry*, 274, 392-401 (2019b).
- Rolandelli, G, Gallardo-Navarro, YT, García-Pinilla, S, Farroni, AE, Gutiérrez-López, GF y Buera, MP. (2021). Components interactions and changes at molecular level in maize flour-based blends as affected by the extrusion process. A multi-analytical approach. *Journal of Cereal Science*, 99, 103186.
- Rolandelli, G, García-Navarro, YT, García-Pinilla, S, Farroni, AE, Gutiérrez-López, GF y Buera, MP. (2020). Microstructural characteristics and physical properties of corn-based extrudates affected by the addition of millet, sorghum, quinoa and canary seed flour. *Food Structure*, 25, 100140.
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952-961.
- Tsimidou, M. Z., & Papoti, V. T. (2010). Bioactive Ingredients in Olive Leaves. In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* (pp. 349–356).
- Usmani, Z, Sharma, M, Awasthi, AK, Sharma, GD, Cysneiros, D, Nayak, SC, Thakur, VK, Naidu, R, Pandey, A y Gupta, VK. (2021). Minimizing hazardous impact of food waste in a circular economy – Advances in resource recovery through green strategies. *Journal of Hazardous Materials*, 416, 126154.
- Van der Weele, C., & Clemens, D. (2013). Emerging profiles for cultured meat; ethics through and as design. *Animals*, 3(3), 647–662. // ani3030647
- Weetman, C. (2019). *Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa; tradução Afonso Celso da Cunha Serra*. 1° ed. São Paulo: Autêntica Business.
- Wim, V., Yung, H., Chad M., B., & Steur, H. De. (2021). The power of initial perceived barriers versus motives shaping consumers' willingness to eat cultured meat as a substitute for conventional meat. *Livestock Science*, 253.





