

Desarrollo sostenible

en el centro norte
de la provincia de Santa Fe

2. Sistemas productivos



Ana María Canal
directora

Silvina R. Drago · Miguel Pilatti
editores del volumen

ediciones **UNL**



Desarrollo sostenible

en el centro norte
de la provincia de Santa Fe

2. Sistemas productivos

Versión preliminar

Ana María Canal
directora

Silvina R. Drago
Miguel Pilatti
editores del volumen

ediciones **UNL**

CIENCIA Y TECNOLOGÍA



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL**

Rector

Enrique Mammarella

Secretario de Planeamiento
Institucional y Académico

Miguel Irigoyen

Secretaria de Ciencia,
Arte y Tecnología

Ana María Canal



Consejo Asesor

Colección Ciencia y Tecnología

Graciela Barranco

Ana María Canal

Miguel Irigoyen

Gustavo Ribero

Luis Quevedo

Ivana Tosti

Alejandro R. Trombert

Dirección editorial

Ivana Tosti

Coordinación editorial

María Alejandra Sadrán

Coordinación diseño

Alina Hill

Coordinación comercial

José Díaz

Diagramación interior y tapa

Verónica Rainaudó

© Ediciones UNL, 2021.

—

Sugerencias y comentarios

editorial@unl.edu.ar

www.unl.edu.ar/editorial

Sistemas productivos /

Silvina R. Drago ... [et al.]; coordinación
general de Verónica Reus ... [et al.];

dirigido por Ana María Canal; editado
por Silvina R. Drago; Miguel A. Pilatti;

prólogo de Enrique J. Mammarella. –

1a ed. – Santa Fe : Ediciones UNL, 2021.

Libro digital, PDF – (Ciencia y Tecnología)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN OC 978-987-749-281-1

ISBN Vol 2 978-987-749-285-9

1. Desarrollo Humano. 2. Producción.

3. Políticas Públicas. I. Drago, Silvina R., ed.

II. Reus, Verónica, coord.

III. Canal, Ana María, dir.

IV. Pilatti, Miguel A., ed.

V. Mammarella, Enrique J., prolog.

CDD 338.02

© del prologuista,

Enrique J. Mammarella, 2021.

Dirección

Ana María Canal

Coordinación general

Verónica Reus

Eduardo Picco

Priscila Fernández

Carolina Revuelta

Ilustración de tapa

Beatriz Martín, patrimonio MAC-UNL

Adaptación de ilustración

Dpi Santa Fe



Autoras y autores de este volumen

Achkar, Victoria G.
Aiello, Fernando
Althaus, Rafael
Álvarez, Norma Hortensia
Amweg, Ayelén
Angeli, Emanuel
Alesso, Carlos Agustín
Araujo Vieira de Souza, Jonicelia
Attallah, Carolina
Baravalle, Eduardo
Basán, Natalia P.
Baudracco, Javier
Bellezze, Julio
Bender, Adrián
Bergamini, Carina
Bernal, Claudio A.
Bertolaccini, Isabel
Bértoli, José
Binetti, Ana
Bonvin, Carolina
Bonzi, Enrique
Bouzo, Carlos
Brasca, Romina
Brondino, Carlos D.
Bürgi, María de los Milagros
Burns, Patricia
Buyatti, Marcela Alejandra
Cabeza, Matías S.
Cámara, María S.

Canal, Ana María
Canavelli, Sonia Beatriz
Carrara, Carlos R.
Carrizo, María Eugenia
Castignani, María Isabel
Castro, Damián
Ceaglio, Natalia
Ceccoli, Gabriel
Cerino, Carolina
Chelotti, José
Cian, Raúl E.
Culzoni, María J.
Curis, María Cecilia
Dallard, Bibiana
Daurelio, Lucas
De la Torre, María A.
De Orellana, Jorge
Del Valle, Eleodoro
Demaría, Mónica
Derita, Marcos
Díaz, Pablo
Dimundo, Carlos
Drago, Silvina R.
Enderle, Ana G.
Etcheverrigaray, Marina
Exner, Eliana
Fabiano, Silvia N.
Favaro, Juan Carlos
Favaro, María Alejandra

Felli, Osvaldo
Fernandez, Laura
Fontana, Diego
Formentini, Enrique A.
Fornasero, Laura Viviana
Fusari, Marcia Lucía
Gabriel, Paola
García Arancibia, Rodrigo
García-Effron, Guillermo
Gareis, Natalia
Gariglio, Norberto Francisco
Gastaldi, Roque
Gatti, Emanuel
Ghiberto, Pablo
Giavedoni, Julio
Giovanini, Leonardo
González, Marcela A.
Grabois, Marcelo
Gregoretti, Guillermina
Guastavino, Javier
Gugliotta, Agustina
Hein, Gustavo
Hernández, Silvia R.
Húmpola, María V.
Hynes, Erica
Imhoff, Silvia
Imvinkelried, Horacio
Kergaravat, Silvina V.
Kratje, Ricardo

Lazzarini, María Belén
Luna, Mónica
Lutz, Alejandra
Mammarella, Enrique J.
Manso, Ricardo M.
Marano, Roberto
Marelli, Belkis
Marinoni, Lorena
Matiller, Valentina
Maumary, Roxana
Mendez, Carlos A.
Mendez Gallarraga, Paula
Merke, Julieta
Meza, Bárbara E.
Micheloud, Norma
Montemurro, Milagros
Müller, Diana
Müller, Miguel A.
Muñoz, Fernando
Murguía, Marcelo C.
Nagel, Orlando
Nescier, Isabel
Oggero, Marcos
Orcellet, Viviana
Ortega, Hugo
Osan, Oscar
Osella, Carlos A.
Panigo, Elisa
Paola, Gabriel

Parra, Sergio	Sánchez Rossi, María Rosa
Pensiero, José Franciso	Savino, Graciela
Peralta, Juan Manuel	Scotta, Roberto
Pereyra, Elizabeth	Sequeira, Gabriel Jorge
Perotti, María Cristina	Serrano, Romina
Perreta, Mariel	Shiufe, Guillermo A.
Piagentini, Andrea	Siano, Álvaro S.
Picco, Eduardo J.	Sirini, Noelí Estefanía
Pilatti, Miguel Ángel	Soto, Lorena Paola
Pirovani, María	Soutullo, Adriana
Quiberoni, Andrea	Spotti, María Julia
Quiroga, Oscar	Stegmayer, María Inés
Ramos, Elisabet	Streb, Carsten
Recce, Sebastián	Suárez, Viviana
Regodesebes, Alejandro	Thomas, June
Reinheimer, Jorge	Tomas, Pablo
Rey, Florencia	Uberti, Nora
Richard, Geraldina	Van de Velde, Franco
Rivas, María G.	Vanrelly, Sebastián
Rodríguez, Fernanda	Veaute, Carolina
Roldán, Viviana	Vélez, María Ayelén
Rosetti, Germán	Vénica, Claudia
Rosmini, Marcelo Raúl	Vera Candiotti, Luciana
Rossini, Gustavo	Vinderola, Gabriel
Ruffiner, Hugo	Zabala, Juan Marcelo
Ruiz, Verónica	Zimmerman, Jorge Alberto
Salvetti, Natalia	Zorrilla, Susana E.

Índice

Prólogo

Enrique Mammarella / 9

CAPÍTULO 1. Alimentos / 11

Introducción / **11**

Estudio de procesos en la industria de alimentos / **12**

Desarrollo de alimentos, ingredientes y compuestos bioactivos / **19**

Gestión de la calidad alimentaria / **50**

Referencias bibliográficas del capítulo 1 / **58**

CAPÍTULO 2. Tecnologías para la obtención de moléculas con valor agregado / 77

Introducción / **77**

Desarrollo de bioterapéuticos / **78**

Desarrollos biotecnológicos / **98**

Métodos analíticos para la caracterización y cuantificación de biomoléculas / **109**

Referencias bibliográficas del capítulo 2 / **112**

CAPÍTULO 3. Salud animal y sostenibilidad de los sistemas productivos / 120

Introducción / **120**

Calidad de alimentos en la salud animal / **120**

Enfermedades relacionadas con la intensificación de la producción / **128**

Enfermedades infecciosas en el ganado bovino / **138**

Uso racional de medicamentos veterinarios / **143**

Referencias bibliográficas del capítulo 3 / **149**

CAPÍTULO 4. Agronegocios, demanda mundial de lácteos y cadena de valor ganadería de carne / 156

Introducción / **156**

Contribuciones para el desarrollo de los agronegocios del centro norte de la provincia de Santa Fe / **157**

Demanda mundial y competitividad del sector lácteo / **164**

Cadena de valor ganadería bovina: Relación entre los precios del ganado vacuno y los cortes de exportación / **168**
Referencias bibliográficas del capítulo 4 / **172**

CAPÍTULO 5. Sistemas agropecuarios sostenibles / 177

Introducción / **177**
Clima, suelos y diversidad de zonas en la región / **179**
Producción vegetal / **190**
Producción animal / **234**
Producción de fermento láctico autóctono liofilizado para mejorar la calidad de ensilados de maíz / **247**
Agroecología / **271**
Referencias bibliográficas del capítulo 5 / **277**

CAPÍTULO 6. Sistemas de información para la gestión de organizaciones productivas / 306

Introducción / **306**
Desarrollo y aplicación de la inteligencia estratégica en *clusters* de empresas / **307**
Generación de modelos de gestión de la innovación tecnológica a partir de metodologías de investigación cualitativas aplicadas a pymes y *spin-offs* / **309**
Herramientas avanzadas de simulación para mejorar la toma de decisiones en sistemas productivos complejos / **313**
Estudio de metodologías para mejorar la gestión del proceso de desarrollo de productos en empresas alimentarias / **316**
Referencias bibliográficas del capítulo 6 / **321**

Prólogo

*Enrique Mammarella*¹

El siglo XXI es, desde su inicio, el siglo del conocimiento, caracterizado por la rápida evolución de todas las disciplinas frente a la necesidad de enfrentar y resolver problemas nuevos que no siempre pudieron ser previstos en el curso de su formación inicial. En este contexto, posiblemente el desafío que más englobe a las universidades públicas en este siglo sea el de contribuir significativamente a la construcción de una sociedad más igualitaria, basada en el conocimiento, que afronte con eficacia y equidad los problemas de la región, profundizando el perfil de sus actividades de investigación a la solución de problemas sociales y del medio productivo, entendiendo que la coproducción de conocimientos con actores sociales o productivos, los vínculos con actores estratégicos de la región y el mundo en materia de I+D+i y extensión, son centrales al momento de planificar el desarrollo en ciencia y tecnología.

Esta ha sido una preocupación permanente de la Universidad Nacional del Litoral, hija del movimiento reformista que en 1918 proclamó al país y a toda América Latina sus ideas de comunidad universitaria libre y abierta, políticamente autónoma y aseguradora del carácter estatal de la enseñanza universitaria. Forjada con una marcada vocación regional, hoy, la Universidad Nacional del Litoral, con su asiento principal en la ciudad de Santa Fe y su desarrollo prioritario en el sitio territorial centro norte de la provincia de Santa Fe en su doble rol de sujeto–parte de la sociedad y sujeto–transformador de la misma, proyecta su accionar a toda la provincia, las provincias vecinas y la nación, y mantiene como premisa extenderse al medio, hablarle a la comunidad, vincularse y comprometerse con la región, innovando en materia de educación e investigación.

Para cumplir con este cometido, la Universidad Nacional del Litoral promueve la investigación científica ética y responsable, la innovación y el desarrollo tecnológico, y la construcción de redes de conocimiento interinstitucionales, con enfoques trans e interdisciplinarios, garantizando la calidad y el rigor teórico–metodológico para generar nuevo conocimiento, recuperar, revalorizar y proteger los conocimientos y saberes tradicionales y ancestrales, en un marco del respeto a la diversidad, la equidad epistémica y el diálogo de saberes, democratizando el acceso, uso y aprovechamiento de los mismos, fomentando la apropiación social y el cierre de brechas cognitivas. Así se constituye en uno de los principales polos de investigación científica y de

1 Rector de la Universidad Nacional del Litoral.

desarrollo tecnológico del país. Al mismo tiempo que ha forjado y consolidado una alianza estratégica con el Conicet para fortalecer en conjunto las actividades de investigación y desarrollo en la región, cuenta con un plantel de 1746 docentes–investigadores, dispone de centros, institutos y laboratorios modernos y equipados, a lo que se suma una relevante capacidad institucional para la administración eficiente de los fondos para investigación y para transferencia de los resultados obtenidos en las actividades de investigación, desarrollo e innovación.

Producto de una política autónoma y comprometida de producción científica, en este libro titulado *Desarrollo sostenible en el centro norte de la provincia de Santa Fe* se resume el producto de gran parte de las investigaciones desarrolladas por nuestros docentes–investigadores en los últimos años a través de proyectos que integran el Programa CAI+D de la UNL, como contribución para el desarrollo sostenible y la elaboración de políticas públicas en el territorio en el que nuestra Universidad desarrolla integralmente sus actividades académicas sustantivas. Quienes recorran esta obra, dividida en cuatro secciones: Desarrollo humano, Sistemas productivos, Ambiente y Estado y Políticas públicas, se encontrarán con diagnósticos y propuestas sobre hábitat, gestión urbana y urbanización, enfermedades prevalentes y desatendidas, salud animal, gestión del riesgo, efectos del ambiente sobre la salud, sistemas agropecuarios sostenibles, agronegocios, biodiversidad y desarrollo sustentable, agua, alimentos, energías renovables, procesos y productos sustentables, ciclo de vida de productos, sistemas de información para organizaciones productivas, educación, género y políticas de igualdad, sistema político, representaciones y reforma política, gobernabilidad, participación ciudadana y desarrollo institucional y seguridad ciudadana y prevención de la violencia y el delito.

Deseamos que este libro sea una contribución que aporte respuestas a las necesidades de la sociedad y a los problemas de la región, y que pueda constituirse en la base para la generación de políticas públicas que respondan a los problemas emergentes y al desarrollo del gobierno provincial y de los gobiernos locales.

y pasar de ser un residuo marginal y contaminante a un producto al cual se le puede incorporar valor mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas. Por otra parte, sería recomendable avanzar en la regulación normativa de las llamadas «propiedades saludables» (también conocidas como alegaciones de salud) de los productos lácteos funcionales.

Las acciones destinadas a un mejor aprovechamiento y revalorización del lactosuero tendrían un impacto significativo en el desarrollo económico del sector productivo regional y nacional, así como en la preservación del medioambiente. En este sentido, en el INLAIN se encuentran en ejecución varias líneas de investigación enfocadas a esta temática, habiéndose realizado avances potencialmente transferibles y relacionados, no solamente al aprovechamiento del lactosuero y su conversión en productos de alto valor agregado, sino también a aspectos que deberían ser considerados para minimizar los riesgos derivados del uso de algunos de estos subproductos.

Desarrollo de alimentos y bioprospección a partir de productos y subproductos de origen lácteo

Enrique J. Mammarella,⁸ Ricardo M. Manso⁸ y Guillermo A. Shiufe⁸

Otra posibilidad factible para el aprovechamiento del permeado del suero, es la producción de jarabes de lactosa hidrolizada, obteniéndose una mezcla de glucosa y galactosa, dos monosacáridos con mayor poder edulcorante y más solubles que la lactosa. Si bien la mezcla resultante no alcanza a igualar el poder edulcorante de la sacarosa, el cambio en la solubilidad permitiría su utilización en un gran número de aplicaciones en la industria de alimentos. Una de las alternativas factibles para llevar adelante dicha hidrólisis, es el empleo de la enzima β -galactosidasa. Sin embargo, existen diversas dificultades relacionadas a la puesta a punto del proceso enzimático en cuanto a las características fisicoquímicas de la enzima y a las condiciones de operación de los reactores seleccionados. En esta dirección, el grupo del INTEC desarrolló una metodología de inmovilización de β -galactosidasa sobre membranas y su posterior uso en bioreactores (lecho empacado, lecho fluidizado, tanque agitado y reactor de membrana) para obtener jarabe de glucosa/galactosa a partir de suero lácteo. Este procedimiento permitiría, a mayor escala, la reutilización del jarabe de glucosa-galactosa en la misma empresa, así como la posibilidad de obtener leche reducida en lactosa.

⁸ Facultad de Ingeniería Química, UNL e INTEC (CONICET-UNL).

Por otro lado, el desarrollo de compuestos de alto valor agregado a partir de la lactosa y las proteínas del suero lácteo, por intermedio de una fuerte inversión en investigación básica y aplicada junto con el interés de las empresas y la demanda/necesidad de diferentes sectores sociales, posibilitará un aprovechamiento integral del lactosuero. Por ejemplo, entre las sustancias de alto valor agregado obtenidas por transformación de la lactosa presente en el suero de quesería, se puede mencionar aquellas tecnológicamente más relevantes: galactosa, lactulosa, lactitol, ácido lactobiónico, lactosacarosa, sialil-lactosa, galacto-oligosacáridos (GOS) y tagatosa. La investigación científica relacionada a la producción industrial de la mayoría de estos compuestos de alto valor agregado aún se encuentra en desarrollo. Es así como tales compuestos presentan potencialidad, aunque están aún en emergente crecimiento. De todos ellos, la D-tagatosa constituye uno de los derivados con más mercado y posibilidades de desarrollo a largo plazo. En este sentido, el grupo del INTEC estudió la conversión de D-galactosa a D-tagatosa, un compuesto prebiótico y nutracéutico de alto valor agregado, utilizando la enzima L-arabinosa isomerasa obtenida y purificada de *Enterococcus faecium*, una bacteria GRAS (Cai-cedo *et al.*, 2019; Cuellas *et al.*, 2013; Manzo *et al.*, 2015; Regenhardt *et al.*, 2013; Torres *et al.*, 2014). Luego, la misma fue expresada en forma heteróloga, inmovilizada y ensayada para la obtención de jarabes mixtos de glucosagalactosa-tagatosa de alto valor biológico.

Además, el grupo de Ingeniería en Alimentos y Biotecnología del INTEC posee numerosos antecedentes relacionados con el aprovechamiento de las proteínas del lactosuero. Así, se ha llevado a cabo un análisis y caracterización de hidrolizados enzimáticos de concentrado de proteína de suero lácteo empleando las enzimas y/o preparados enzimáticos carboxipeptidasa A, Alcalasa y Flavourzyme. Se ha evaluado la reducción de la alergenicidad y la obtención de fracciones peptídicas de mayor digestibilidad de las proteínas de suero utilizando carboxipeptidasa A y posterior estudio sensorial de una fórmula en polvo para preparar postres. Además, se ha estudiado el efecto del grado de hidrólisis sobre las principales propiedades tecno y biofuncionales (antimicrobiana, antihipertensiva, antioxidante, péptidos de unión a calcio y hierro, entre otras) de hidrolizados enzimáticos de proteínas de suero lácteo, la encapsulación de aquellos hidrolizados con marcada actividad biológica y la incorporación de los mismos a matrices alimentarias (Eberhardt *et al.*, 2019; Fenoglio *et al.*, 2012, 2016; Mammarella y Rubiolo, 2005, 2006; Manzo *et al.*, 2016).

Desde otra faceta, pero no menos relevante, el diseño de soportes químicamente adaptados para la inmovilización y estabilización de las enzimas empleadas en los procesos de bioconversión, permite superar ciertas desventajas que limitan su utilización en procesos industriales de producción y transformación de compuestos bioactivos, tales como la solubilidad en el medio de reacción y la inestabilidad operacional. Además, se ha trabajado en el aislamiento e identificación de microorganismos productores de enzimas de interés industrial, en el mejoramiento de las propiedades bioquímicas de las enzimas mediante la aplicación de estrategias de ingeniería genética, su caracterización cinética y estructural y su empleo en el desarrollo de bioprocesos que permitan la obtención de prebióticos, edulcorantes, entre otros compuestos (Bonazza *et al.*, 2018 Manzo *et al.*, 2013, 2019; de Souza *et al.*, 2017).

Por otra parte, se propone la posibilidad de formular, obtener y caracterizar productos alimenticios con mayor valor agregado y mejores propiedades nutricionales, poniendo especial énfasis en el aprovechamiento del suero de quesería. En esta dirección, la realización de estudios para la obtención de fórmulas nutricionales específicas y orientadas al tratamiento de determinadas patologías y síndromes es de una gran relevancia a nivel regional teniendo en cuenta la posibilidad de producir alimentos nutritivos, inocuos y ecológicos. En este sentido, el grupo de Ingeniería en Alimentos y Biotecnología del INTEC ha realizado aportes estrechamente relacionados con la obtención de alimentos saludables de base láctea. Entre ellos como por ejemplo, a través del estudio de las interacciones fisicoquímicas que influyen en la microestructura y condicionan el comportamiento reológico de leches y derivados fortificados con minerales (Meza *et al.*, 2019; Olivares *et al.*, 2010, 2012, 2013, 2016, 2018, 2019). Además, se ha focalizado en la implementación de variables tecnológicas para optimizar y/o acelerar procesos de elaboración de determinadas variedades de quesos (Fynbo y Reggianito) por aumento de la temperatura de almacenamiento (Ceruti *et al.*, 2014, 2015, 2016; Sihufe *et al.*, 2003, 2006, 2007, 2010a, 2010b, 2010c); y la posibilidad de obtener productos alimenticios más saludables. En este sentido, se mencionan muy especialmente el estudio de la elaboración de variedades de quesos argentinos con menor contenido final de NaCl, ya sea por sustitución parcial con KCl o por disminución del tiempo de salado (Arboatti *et al.*, 2013, 2014; Sihufe *et al.*, 2003, 2006, 2018).

Recomendaciones

El aprovechamiento del lactosuero es una cuestión de relevancia para las industrias lácteas y la sociedad en general, ya que la resolución de los problemas ambientales que están aparejados a su generación está lejos de ser resuelta en el corto/mediano plazo. Adicionalmente, esta situación representa un inconveniente en los establecimientos lácteos debido a que no se posee ni las tecnologías ni el equipamiento necesario para asignarle un valor agregado al mismo, que al menos complemente el gasto generado por la disposición del suero lácteo. En esta dirección, los avances realizados muestran resultados y desarrollos factibles de impacto productivo, comercial y social para la región Santa Fe con posibilidades de ser aplicados en empresas generadoras de estos subproductos. Así, no solo se busca disminuir los inconvenientes ambientales generados *per se*, sino también generar recursos económicos para los establecimientos lácteos a través del desarrollo de productos derivados del lactosuero de manera tal de aprovechar fundamentalmente sus muy interesantes características nutricionales y bioactivas.

Alimentos de origen animal o derivados de la industria cárnica

Potenciales usos de carne y grasa de yacaré overo (*Caiman latirostris*) en humanos. Una alternativa saludable y sustentable

*Marcela A. González*⁹

En la provincia de Santa Fe se desarrolla el Proyecto Yacaré, uno de los tres programas de manejo sustentable que existen en Argentina con caimanes y que tiene como objetivo conservar y utilizar sustentablemente un recurso renovable como el yacaré overo (Larriera, 2006, 2011). Es reconocido el alto valor económico en la industria de la moda que tiene el cuero de esta especie, así como el de otros cocodrilianos. Sin embargo, actualmente la carne está comenzando a ser valorizada como un alimento de especial interés, además de ser reconocida como fuente de proteína animal de alta calidad y de importancia para la nutrición humana, más aún si la misma puede ser enriquecida por la modificación de la dieta (Piña *et al.*, 2017). Además, existen otros derivados como las grasas de estos animales, las que actualmente son descartadas y

⁹ Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, UNL.