

AG&G

ACEITES & GRASAS
Publicación Trimestral de **ASAGA**
Asociación Argentina de Grasas y Aceites

ISSN 1853-4341

NOVIEMBRE 2018
Tomo XXVIII • Vol. 4
Año 28 • Número:

113

ABSTRACTS WRITTEN
IN ENGLISH

DISPONIBLE EN
**VERSIÓN
DIGITAL**

GENÉTICA

APLICADA A NUEVOS CULTIVOS

Genetics applied to new crops

OTROS TEMAS DE INTERÉS INCLUIDOS EN ESTA EDICIÓN

Mejorando la estabilidad oxidativa y la vida útil de los aceites para fritura con antioxidantes

Aceites no convencionales

Una perspectiva sobre los avances y oportunidades en la conversión catalítica de biomasa lipídica en biodiesel y combustibles verdes - Parte II

Argentina - Actualización sobre la producción de oleaginosas en los periodos 2016/2017 & 2017/2018, y las proyecciones para el período 2018/2019



Trabajando junto a los más importantes procesadores de aceites y grasas a nivel global



PLANTAS COMPLETAS DE PREPARACIÓN DE SEMILLAS

Tecnologías Innovadoras en equipos de diseño propio basadas en la experiencia de:

- Más de 220 plantas de preparación
- Más de 3000 prensas.



PLANTAS COMPLETAS DE EXTRACCIÓN POR SOLVENTE

Tecnologías de vanguardia basadas en la experiencia de:

- Más de 900 Extractores
- Más de 900 Desolventizadores (DT & DC)
- Más de 700 Destilaciones y Recuperaciones de Solvente (Simulación de Procesos)



PLANTAS COMPLETAS DE REFINACIÓN DE ACEITE

Tecnologías de avanzada en refinación de aceites basadas en la experiencia de:

- Más de 700 Procesos de Pre Tratamientos de aceite
- Más de 900 Procesos de Blanqueo de aceite
- Más de 1400 Procesos de Desodorización de aceite

Desmet Ballestra ha diseñado y construido la planta de Extracción por solvente más grande del mundo, operando a 20.000 TPD con una eficiencia inigualable.

Oils & Fats

desmet ballestra

Science behind Technology

www.desmetballestra.com

DH-SH^{SRL}

SERVICIO DE SANEAMIENTO

- Gestión integral de residuos industriales líquidos no peligrosos y efluentes cloacales.
- Saneamiento industrial.
- Asesoramiento y gestión ambiental.
- Certificados de disposición final.



Los Heliotropos 258
Capitán Bermúdez (2154) - Santa Fe - Argentina
Teléfono: 341 4916424
E-mail: info@dhsh.com.ar

INGENIERIA BERNOULLI

FLUIDODINAMICA Y VACIO
TECNOLOGIA DE CAPA DELGADA AGITADA

SECADORES CONTINUOS DE LECITINA DE PELICULA FINA AGITADA
ESCISION DE GRASAS Y DESTILACION DE ACIDOS GRASOS
EVAPORACION Y DESTILACION DE GLICERINA

DESODORIZADORES
BATCH Y CONTINUOS

EVAPORADORES
DE PELICULA
DELGADA

DESTILADORES
MOLECULARES

SISTEMAS
DE VACÍO

Tel. (54-11) 4792-0392 Acassuso - Bs As - Argentina

www.ibernoulli.com

e-mail :info@ibernoulli.com

EJECTORES Y CONDENSADORES

REFRIGERADORES AL VACÍO

EDUCTORES Y SIFONES

EDUCTOCIRCULADORES PARA TANQUES

CALENTADORES DE LÍNEA

AIREADORES PARA TANQUES Y PILETAS

LAVADORES DE GASES

MEZCLADORES ESTÁTICOS

INTERCAMBIADORES DE CALOR AL VACÍO

EVAPORADORES DE PELÍCULA FINA AGITADA

LIOFILIZADORES

INTERCAMBIADORES DE PELÍCULA RASPADA

CRISTALIZADORES

VACUOMETRO Y COLORÍMETROS GARDNER

KSB SERVICE

Centro de Servicios Rosario



Reparación integral de equipos de bombeo
Asistencia técnica en planta
Mantenimiento preventivo y predictivo
Monitoreo in situ
Asesoramiento

Av. San Martín 2563 • Granadero Baigorria • Santa Fe



KSB Compañía Sudamericana
de Bombas S.A.



Don Gumer S.A.

Sub-Productos Vegetales
Aceites y Oleoquímicos



INGRESO



PLANTA DE ALMACENAMIENTO



TANQUES DE REFINACIÓN



CUBAS DE HIDRÓLISIS



ZONA DE DESPACHO

Somos especialistas en el
tratamiento de aceites y
ácidos grasos vegetales
y de una amplia gama de productos afines.

Nos dedicamos a elaborar **oleínas vegetales** y **oleoquímicos**, a partir de las borras y demás subproductos de la industria aceitera argentina.

- Estamos **conectados** con casi todas las industrias del rubro.
- Estamos en constante **crecimiento** con equipamientos, instalaciones y producción.
- Contamos con una **flota de camiones** propios.
- Desarrollando técnicas de procesos biológicos, acordes a los nuevos tiempos, **respetuosas del medio ambiente**.
- Comprometidos con las exigencias internacionales de trazabilidad y **certificaciones GMP+B2 y SENASA**.
- **Evolucionamos** reinvertiendo e incorporando innovación, con confianza en el país y sus objetivos.

Es bueno que exista una empresa seria,
eficiente, idónea y responsable para
ejercer esta función.

¡Don Gumer S. A. es esa empresa!

Administración: Lima 131 · 5º "K" · C.A.B.A · Argentina

Planta Industrial: San Lorenzo 823 (B1824BWG) · P.I.L.E. Parque Indust. Lanús Este · Pcia. de Buenos Aires · Argentina

Planta Depósito: Calle 162 1400 (1876) · Bernal oeste · Pcia. de Buenos Aires · Argentina

Tel.: (54 011) 4289 1199 y rotativas · E-mail: dongumersa@gmail.com · Web: www.dongumersa.com.ar

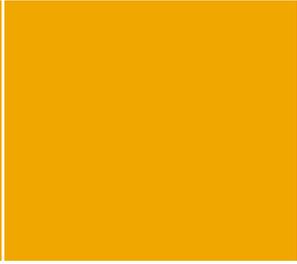
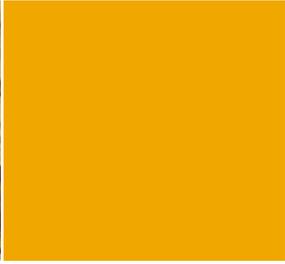
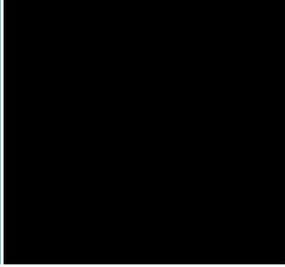
Máxima tecnología en bombas e ingeniería aplicada en Plantas de Biodiesel



MEYLE S.R.L. es Representante Exclusivo de **KSB** Compañía Sudamericana de Bombas S.A., atendiendo en forma directa a más de 100 plantas industriales.



Agrelo 1381
2000 Rosario (SF). Argentina.
Tel./Fax. 0341 454 6291 (LR)
meyle@meyle.com.ar
www.meyle.com.ar



⋮ MIX

- 492 Editorial • *Editor*
- 494 Staff

MISCELÁNEAS - Miscellany

- 496 Nuestro futuro energético
Our energy future
- 502 ¿Productos elaborados en base de cereales consumidos durante el desayuno?
Products made from cereal for breakfast?

ECONOMÍA Y MERCADOS

- Economy and markets*
- 506 Foco en Uruguay
Focus on Uruguay
- 510 Argentina - Actualización sobre la producción de oleaginosas en los periodos 2016/2017 & 2017/2018, y las proyecciones para el período 2018/2019
Argentina - Update on the production of oilseeds in the periods 2016/2017 & 2017/2018, and the projections for the period 2018/2019
- 516 Acuerdo de Libre Comercio entre UE-MERCOSUR
Free Trade Agreement between EU-MERCOSUR

MANTENIMIENTO MECÁNICO INDUSTRIAL

- Industrial Mechanical Maintenance*
- 518 Mantenibilidad de equipos
Maintainability of the equipment

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA

- Energy Optimization*
- 522 El presupuesto energético
The energy budget

NOTAS DE INGENIERÍA QUÍMICA

- Chemical Engineering Notes*
- 524 Transferencia de calor
Heat transfer

532 **ESTADÍSTICAS - Statistics**

538 **NOTICIAS - News**

CAPACITACIÓN - Training

- 544 Cursos y Jornadas ASAGA
ASAGA Courses and Workshops
- 552 Calendario 2018-2019
2018-2019 Calendar

NOTA DE TAPA: GENÉTICA APLICADA A NUEVOS CULTIVOS

NOTAS TÉCNICAS • Technical Articles

BIOTECNOLOGÍA Y TRANSFORMACIONES GENÉTICAS

Biotechnology and Genetic Transformations

- 554 Genética: de la herencia a la fábrica de sustancias
Genetics: from inheritance to the factory of substances
> Edmundo Ré y María Florencia Ré

SALUD Y NUTRICIÓN

Health and nutrition

- 570 Salud humana, pescados y omega 3 - Parte 1 - Capítulo 4
Human health, fish and omega 3 - Part 1 - Chapter 4
> William E. M. Lands
- 574 Aceites saludables: un proceso para obtener aceites vegetales comestibles enriquecidos en diglicéridos
Healthy oils: a process to obtain edible vegetable oils enriched in diglycerides
> C.A. Ferretti, M.L. Spotti, y J.I. Di Cosimo
- 578 Un hallazgo sorprendente en lípidos con consecuencias para los contenidos de omega-3 en los huevos y la nutrición humana
A surprising finding in lipids with consequences for omega-3 contents in eggs and human nutrition
> Robert Elkin, Kevin Harvatine y Amy Duke

CONTROL DE CALIDAD Y METODOLOGÍA ANALÍTICA

Quality Control and Analytical Methodology

- 582 Extracción y análisis de aceite - Temas críticos y estudios comparativos - Capítulo 4
Oil extraction and analysis - Critical issues and comparative studies - Chapter 4
> R.J. Komarek, A.R. Komarek, y B. Layton

PRESERVANTES Y ANTIOXIDANTES DE GRASAS Y ACEITES

Preservatives and Antioxidants of Fats and Oils

- 600 Desafíos y oportunidades para el reemplazo del EDTA en la industria alimenticia
Challenges and opportunities for the replacement of EDTA in the food industry
> Lan Ban
- 604 Mejorando la estabilidad oxidativa y la vida útil de los aceites para fritura con antioxidantes
Improving oxidative stability and shelf life of oils for frying with antioxidants
> Namal Senanayake

TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Emerging technologies

- 612 La extracción acuosa enzimática para el aceite comestible, una nueva tendencia en China
Enzymatic aqueous extraction for edible oil, a new trend in China
> Manyi Wang

BIOCOMBUSTIBLES Y COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

Biofuels and Alternative Fuels

- 614 Una perspectiva sobre los avances y oportunidades en la conversión catalítica de biomasa lipídica en biodiesel y combustibles verdes - Parte II
A perspective on the advances and opportunities in the catalytic conversion of lipid biomass in biodiesel and green fuels - Part II
> Marco A. Sánchez Castillo; Sergio A. Gómez Torres; Claudia del Rocío Arellano del Río; Fabiola Palomo González

OLEAGINOSAS Y ACEITES ESPECIALES, GOURMET Y EXÓTICOS

Oilseeds and Special, Gourmet and Exotic Oils

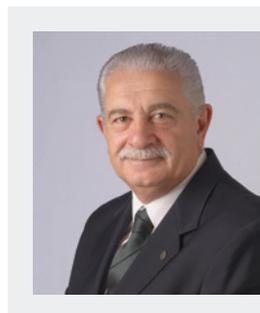
- 626 Aceites no convencionales
Unconventional oils
> Laura Cassidy

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Hygiene and industrial security

- 634 Aspectos importantes relacionados con la seguridad de las plantas de hidrogenación de aceites vegetales
Important aspects related to the safety of vegetable oil hydrogenation plants
> Renato Dorsa

BALANCES Y PROYECCIONES DE CARA AL 2019



Frente a un nuevo cierre del año, es inminente realizar balances y a la vez, delinear algunas proyecciones de cara al año que se viene. Ciertamente, el 2018 ha sido un año desafiante para el complejo oleaginoso en Argentina. Comenzando con las contingencias climáticas, que se alternaron entre sequías e inundaciones, y que han puesto al límite la solidez de nuestro sistema productivo, generando pérdidas millonarias para nuestra economía.

Sumado a estos aspectos de carácter natural, debemos mencionar las repercusiones desfavorables de las políticas arancelarias vinculadas con las exportaciones, llevadas adelante por el gobierno nacional entre agosto y octubre del corriente año, entre las que podemos mencionar: reducción de reintegros a distintos sectores exportadores, el incremento de los derechos de exportación o retenciones, y la desaparición del escalonamiento arancelario en la exportación de los productos que integran el complejo sojero tanto productivo como así también el industrial.

Por lo tanto, nos parece oportuno enfocarnos en este último aspecto. Dentro de una coyuntura mundial tendiente al proteccionismo, en la cual nuestros principales competidores protegen el agregado de valor de sus productos agropecuarios, la reducción de la alícuota deja en una posición desfavorable y poco competitiva a los productos de la industrialización generados por nuestro país. En dicho sentido, el escalonamiento arancelario de exportación sirve como herramienta para contrarrestar las medidas proteccionistas implementadas por los países importadores que buscan desarrollar su industria nacional, imponiendo altos aranceles a los productos procesados que ingresan desde el exterior.

Esta regulación no solo impacta negativamente en el complejo oleaginoso nacional, sino también en el sistema económico

argentino en general, ya que nuestro país viene cediendo participación en la molienda mundial de poroto de soja. Cabe destacar que la harina de soja es el co-producto más importante, cuando se analiza la balanza comercial de Argentina, generando ingresos de excelente cuantía, como consecuencia de ser nuestro país el mayor exportador mundial del mismo. Citando a la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR), las exportaciones de harinas y aceites dan una mayor estabilidad al mercado de cambios de la República Argentina, como consecuencia de generar divisas con una mayor estabilidad a lo largo del año. En este sentido, la industria oleaginoso argentina le permite al productor colocar mejor el grano dañado o afectado en su calidad, cuando se presentan problemas climáticos, como los citados precedentemente.

Desde una postura historicista y de acuerdo con la BCR, en el año 1990 la capacidad de procesamiento de semillas oleaginosas en todas las fábricas aceiteras argentinas era de 48.800 toneladas/día (t/día), mientras que durante el año 2017 había alcanzado las 200.000 t/día. Un crecimiento del 310 % en veintisiete años. Esto certifica, entre otros factores, la importancia del escalonamiento arancelario.

En términos de producción proyectada, se estima que la cosecha 2019 crecerá 22%. La Campaña 2018/2019 sería de 120 millones de toneladas, el segundo mayor registro de la historia, de acuerdo con una primera estimación de la Bolsa de Comercio de Rosario, basado en un crecimiento de área sembrada y de producción, obviando las consecuencias que produjo la sequía en el ciclo 2017/18.

Se prevé un incremento del área sembrada total del orden de 3% hasta cubrir 37,3 millones de hectáreas, casi 1 millón por encima de la campaña anterior. El principal aporte a la balanza comercial provendría de

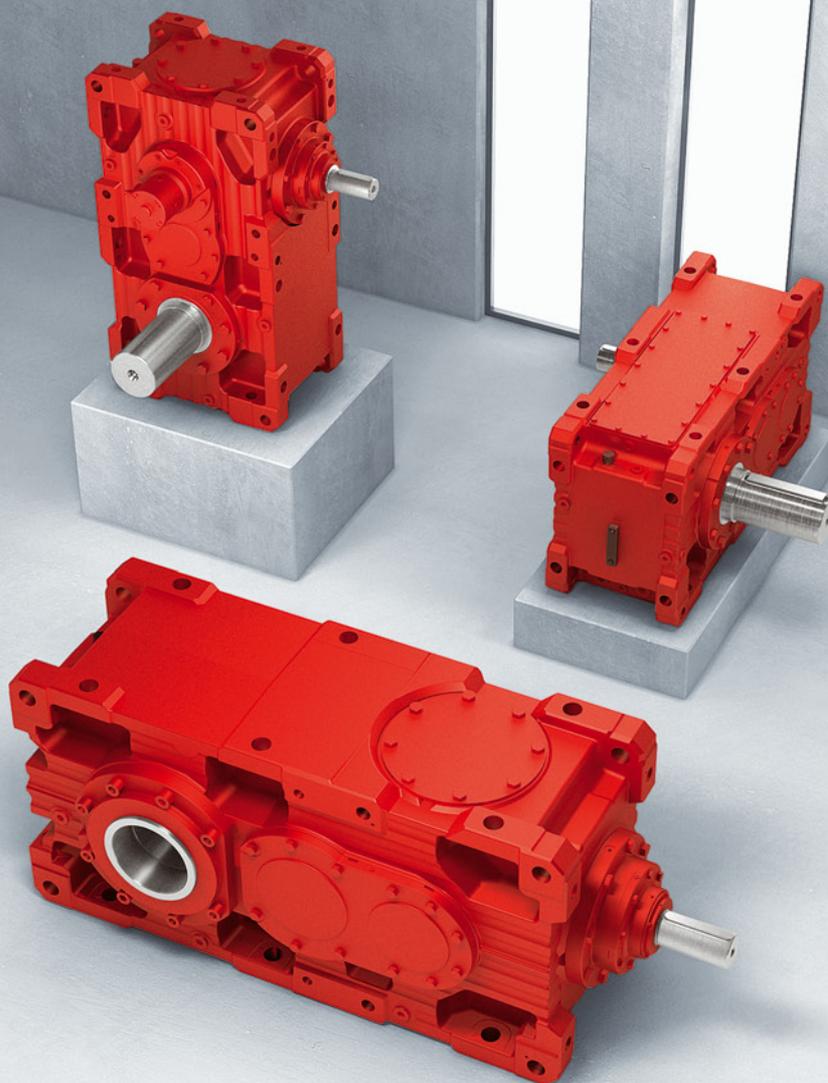
la soja, siendo que la producción esperada podría alcanzar un valor bruto de US\$ 25.500 millones. De éste, el 61% sería provisto por la soja con un aporte al VBP nacional de US\$ 15.500 millones. El maíz, en tanto, aportaría un 21% del total (US\$ 5.400 millones), y el trigo un 10% (US\$ 2.600 millones). El restante 8% se repartiría entre girasol (US\$ 950 millones), cebada (US\$ 600 millones) y sorgo (US\$ 450 millones).

En otro orden de noticias, la Comisión Europea decidió no restablecer los aranceles provisionales a la importación de biodiesel argentino, argumentando que necesitan recabar más información que podrían confirmar las conclusiones preliminares de la Comisión en esta investigación. Como consecuencia del cierre del mercado estadounidense por el tema aranceles, resultado de acusaciones de dumping y subsidios, el futuro de la industria argentina de biodiesel dependía de la decisión de la UE sobre si finalmente aplicara o no el mencionado impuesto.

En esta edición les acercamos como tema central "Genética aplicada a nuevos cultivos". Como siempre, los invitamos a recorrer juntos todas las actualizaciones en la materia, la tecnología de punta, los últimos avances y toda la información que no nos puede faltar a todos los que somos parte de esta industria. Y como siempre, notas de interés, novedades e información general para que nos mantengamos actualizados junto a la revista líder en producción de conocimiento de Latinoamérica.

Además queremos transmitirles a nuestros apreciados lectores, nuestros deseos de felicidades en la Navidad y Año Nuevo y que tengan un muy buen 2019.

Héctor Autino
Director Editorial ASAGA



SERVICE

Planta CORDOBA

Ruta Nacional 19 - Manzana 97 Lote 5
(X5125) Malvinas Argentinas
Tel.: 0351 - 4900010 / 4900020
sewcor@sew-eurodrive.com.ar

Centro de Servicios MENDOZA

Francisco Gabrielli 2060 (ex Urquiza)
(5521) Zona Industrial - Guaymallen
Tel.: 0261 - 4214150
sewmen@sew-eurodrive.com.ar

Planta SANTA FE

Ruta Prov. 21 Km 7, Lote 41
(2126) Gral. Alvear
Tel.: 0341 - 3177277
sewsfe@sew-eurodrive.com.ar

Filial TUCUMAN

Balcarce 609
(T4000IAM) S.M. de Tucumán
Tel.: 0381 - 4004569
sewtuc@sew-eurodrive.com.ar

Filial BAHIA BLANCA

O'Higgins 95 - 1er Piso A
(B8000IVA) Bahía Blanca
Tel.: 0291 - 4517345
sewbb@sew-eurodrive.com.ar

Filial NEUQUÉN

Tel.: 0299 - 155887950
sewnqn@sew-eurodrive.com.ar



SEW EURODRIVE ARGENTINA

Centro Industrial Garín
Ruta Panamericana Km. 37.5 - Lote 35
(B1619IEA) Garín - Prov. de Bs. As. - Argentina
Tel.: 03327 - 457284 (líneas rotativas)
Fax: 03327 - 457221
sewar@sew-eurodrive.com.ar
→ www.sew-eurodrive.com.ar



REVISTA ACEITES Y GRASAS

Rosario · Santa Fe · Argentina
Publicación Trimestral de la
Asociación Argentina de Grasas y Aceites
Registro de la Propiedad Intelectual
Expediente N° 302302 (Feb. 2003)
ISSN 0328 - 381x
www.asaga.org.ar
asaga@asaga.org.ar

OBJETIVOS DE LA PUBLICACIÓN

A&G es una publicación trimestral cuyo propósito es difundir aspectos técnicos, científicos y de carácter general dentro del rubro de las grasas, aceites y derivados de aplicación alimentaria. La publicación está destinada a profesionales, técnicos e idóneos que desarrollan actividades dentro de la especialidad del rubro.

Además podrá encontrarla permanentemente en nuestro sitio web: www.asaga.org.ar

PUBLIQUE EN A&G

A&G acepta manuscritos, los cuales deberán registrarse por la guía publicada en la primera edición de cada año o consultar en www.asaga.org.ar

Los trabajos firmados son responsabilidad de sus autores. ASAGA, así como su órgano de difusión A&G, no asume responsabilidad alguna ni obligaciones de ninguna clase derivadas del suministro y uso de la información contenida en sus páginas. Asimismo la publicación de los artículos no supone la adhesión a la opinión vertida por el o los autores.

SUSCRIPCIONES

Suscripción por cuatro ediciones:

Impresa + Digital

En el país \$ 360.-
En América US\$ 110.-
Resto del mundo US\$ 120.-

RESPONSABLE DE SUSCRIPCIONES

ANDREA BRIGADA
Tucumán 2501 - 2000 Rosario - Santa Fe
Tel. / Fax: + 54 - 341 - 4391761
E-mail: abrigada@asaga.org.ar

PUBLICITE EN A&G

EJECUTIVA DE VENTAS

MÓNICA AUTINO
Tucumán 2501 - 2000 Rosario - Santa Fe
Tel. / Fax: + 54 - 341 - 4391761
Móvil: + 54 - 341 - 156 422820
E-mail: mautino@asaga.org.ar

STAFF

EDITOR RESPONSABLE

Asociación Argentina de Grasas y Aceites
Hipólito Yrigoyen 1284 · Piso 3 · Dpto. 5
(C1086AAV) Capital Federal · Argentina
Tel/fax: 54-11-4381 0555 / 4382 9122
asaga@asaga.org.ar
www.asaga.org.ar

DIRECTOR GENERAL

HÉCTOR CARLOS AUTINO
Gerente Corporativo Industrial de Bunge Argentina S. A.
ASAGA - Ex Presidente

DIRECTOR EDITORIAL

EDMUNDO RÉ
Ing. Químico - Magister en Tecnología de los Alimentos
Ex-director del Centro de Investigación y Desarrollo en
Tecnología de los Alimentos (CIDTA). F.R. Rosario. UTN

ASISTENTE EDITORIAL / PRENSA

ROCÍO SPERA
Lic. en Comunicación Social
rspera@asaga.org.ar

CONSEJO EDITORIAL

- MARTHA MELGAREJO
Consultora independiente
ASAGA - Prosecretaría
- CINTIA MALTONI
Molinos Río de la Plata
Gerente, Control de calidad
ASAGA - Vocal Titular
- EDUARDO DUBINSKY
Consultor Independiente sobre
Grasas y Aceites Alimentarios
ASAGA - Ex-Presidente
- JUAN CARLOS CAJARAVILLE
W. R. Grace Argentina S.A. - Asistencia Técnica
ASAGA - Ex-Presidente

COMITÉ EDITORIAL DE ASESORAMIENTO, EVALUACIÓN Y RECEPCIÓN DE TRABAJOS

- NORA ENGO
Lic. en Ciencias Químicas - Molinos Río de la Plata
ASAGA - Comisión Revisora de Cuentas
- ÁNGELA ORLANDO
Dra. en Bioquímica - GREENLAB
ASAGA - Presidente
- RICARDO POLLAK
Lic. en Ciencias Químicas - RP Servicios Profesionales
ASAGA - Vocal Titular
- SONIA VIGNA
Lic. En Bioquímica - Oleaginosa Moreno S.A.
ASAGA - Protesorero

CORRESPONSAL EN USA

LESLIE KLEINER
Food Scientist Project Coordinator.
Roquette America Inc.
2211 Innovation Drive, Geneva, IL 60134
Phone 630-463-9433
leslie.kleiner@roquette.com

CORRESPONSAL EN BRASIL

ING. ALARICO DE SOUZA NEVES
Av. Marcos Konder, 950 Sala 9
CEP 88 301-302 Edificio Valentim, Itajaí, SC, Brasil
Tel/Fax 55 - (xx) 47 344 1119
alarico.neves@allocco.com.br

CORRESPONSAL EN ASIA / ÁFRICA

SEBASTIÁN ARCE
P.O. BOX: 118310, Dubai, UAE
sarce@asaga.org.ar

ASAGA está adherida a la Sección Latinoamericana de la American Oils Chemists' Society (LA - AOCS)
A&G se distribuye en Argentina, América y Europa

A&G ES RESEÑADA EN:

- Catálogo Anual de Organizaciones e Instituciones publicado por la American Oils Chemists' Society
- Ulrich's International Periodicals Directory
- Soya Blue Book
- Revista INFORM - AOCS, USA
- Revista Bimestral de la Asociación Argentina de Poscosecha de Granos (APOSGRAN)
- Boletín Semanal de Informaciones de la Bolsa de Comercio de Rosario
- Catálogo LATINDEX

DISEÑO INTEGRAL & COMUNICACIÓN

GABRIEL FERREYRA
Diseño gráfico

LUGAR DE EDICIÓN

Ciudad de Rosario - Provincia de Santa Fe - Argentina

FOTOCROMÍA E IMPRESIÓN

SUDAMÉRICA IMPRESOS

Instrumentos y equipos para Laboratorios, Industrias e Investigación

METTLER TOLEDO

BUCHI
SWITZERLAND

ERWEKA

TEC
INSTRUMENTAL

SERVICIO TECNICO POST-VENTA

UNICO OFICIAL Y AVALADO POR NUESTRAS REPRESENTADAS

Certificamos Normas ISO 9001:2015



PARA BIODIESEL Y BIOETANOL

Determinación de contenido de agua Según Karl Fisher

Determinación Coulombimétrica para contenidos bajos de agua optimizado para análisis de rutina sencillos. Según normas EN ISO 12937 y ASTM D-4928



Sistema para determinación de densidad / Índice de refracción

Sistemas portátiles con compensación de temperaturas y de mesada, con medición de densidad a distintas temperaturas. Ideales para medir densidades en Biodiesel a 15°C, de acuerdo a las normas EN ISO 12185 y ASTM-D 4052



Balanzas Micro-Semimicro Analíticas-Granitarias

-Identificación por RFID
-Conectividad con LIMS
-Diversas aplicaciones

Espectrofotómetros UV/VIS

Acelere el funcionamiento de sus flujos de trabajo espectroscópicos con FastTrack™

Algunas aplicaciones:

- Determinación de Cinética de reacción
- Determinación de Pureza de Aceite de Oliva según norma EEC

Titulador automático

Sencillos y rápidos, comienzan la valoración con "One Click" Ideal para valoraciones de Acidez (según normas IRAM 6558, EN 14104 y ASTM-D 664) e Índice de Iodo en BIODIESEL (según normas EN 14111 y DIN EN 53241)



PARA NITROGENO Y GRASAS

Sistema de determinación de grasas

- Grasas por método Soxhlet
- Unidad de hidrólisis
- Contenido graso y ácidos grasos individuales por cromatografía
- Según normas FDA, AOAC y DGF

Análisis por espectroscopia NIR

- Tecnología FT-NIR
- Sistema de Medición modular
- Determinación en sólidos y líquidos
- Base de datos con aplicaciones desarrolladas
- Determinación a distancia a través de fibra óptica
- NIR-Online



Determinación de Nitrógeno y Proteínas según KJELDAHL

- Unidad de digestión con 6, 12 y 20 posiciones
- Unidad de destilación totalmente automática con titulación

Cromatografía Preparativa

- Detección sincronizada y recolección de fracciones de hasta cuatro señales de detector (ELSD/UV/Vis)
- Flexibilidad avanzada en purificación con Reveleris®
- Detección y análisis de Microtoxinas
- Ideal para usar Flash y HPLC
- Simplifica procesos de purificación



Blas Parera 1007 - B1602CTS - Florida - Buenos Aires - Argentina - Tel. +54 11 5435-8833/40

ventas@tecinstrumental.com - www.tecinstrumental.com

NUESTRO FUTURO ENERGÉTICO

Si desarrollamos nuevos suministros de energía, ¿habrá demanda?

...

- Creemos que la hipótesis de base para las proyecciones del incremento en la demanda energética a largo plazo podría resultar demasiado conservadora.
- Si se logra superar el desafío del suministro de energía, podría dispararse la demanda de todos los recursos energéticos, particularmente en regiones del mundo donde hay carencia.
- Consideramos necesaria la diversidad de recursos energéticos en el futuro. Por ello, recomendamos a los inversores que cuenten con un variado portafolio de energía.



Foto: istock

Este es el tercer informe de investigación sobre energía global, "Nuestro futuro energético", en el que esperamos responder algunas de las cuestiones que más ocupan la mente de los inversores.

En esta edición de "Nuestro futuro energético", nos concentramos en la demanda energética global. ¿Cómo podría impactar en la futura demanda una mayor diversidad de recursos energéticos de precio razonable? Creemos que se está preparando el terreno para un incremento en la demanda mayor al pronosticado.

En la edición anterior de "Nuestro futuro energético, ¿dónde está mi energía?", analizamos la dificultad de desarrollar, en forma rentable y en un tiempo conveniente, cantidades significativas de nuevos suministros de energía. Si bien el desafío energético estará en progreso, una mayor diversidad de recursos compensará el efecto. Creemos que si generamos suministros de energía a precios razonables no solo habrá demanda, sino que además cada vez será mayor.

Nuestra hipótesis acerca de que el incremento en la demanda energética será mayor al proyectado se basa en que:

- El incremento en la demanda provendrá de los mercados emergentes, donde se han diagramado ambiciosos planes de desarrollo económico. Como tal, el incremento en la demanda a nivel global se desplazará de las economías desarrolladas a las

emergentes, donde el PBI y el crecimiento poblacional superan los niveles del mundo desarrollado.

- Las tendencias de urbanización están en pleno curso en los mercados emergentes, lo cual coincide con mayores ingresos *per cápita*. La nueva población urbanizada con mayores ingresos tenderá a utilizar más energía (por mayor actividad de producción y transporte, entre otras). Por lo tanto, creemos que la demanda energética industrial para el futuro desarrollo está infravalorada.
- Gran parte de la población de regiones en desarrollo no cuenta con acceso a la energía más básica. Las iniciativas de desarrollo sustentable patrocinadas por distintas organizaciones en todo el mundo, pidiendo acceso a la energía segura y de costo razonable para todos, podrían incrementar sustancialmente el mercado de energía global y acelerar las tendencias alcistas de la demanda.
- La diversificación de los recursos energéticos, mediante energía renovable, podría ampliar el suministro de energía a un costo razonable. Consideramos que, en lugar de desplazar la demanda existen-

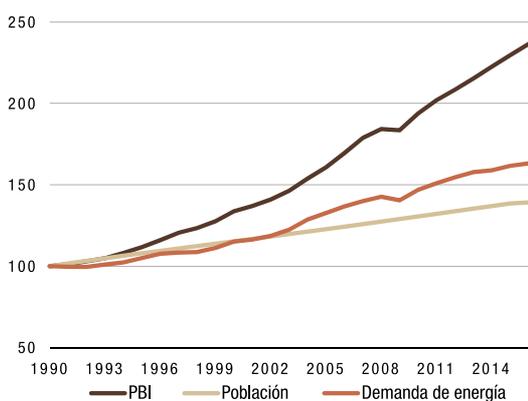
te de energía no renovable, podrían dar impulso a una demanda más fuerte de todos los recursos.

La hipótesis de base del incremento en la demanda global

La Agencia Internacional de Energía (IEA según siglas en inglés) proyecta que el incremento en la demanda energética global bajará de un ritmo del 2 % a un 1 % anual para 2040. Lo que la agencia asume como hipótesis de base es:

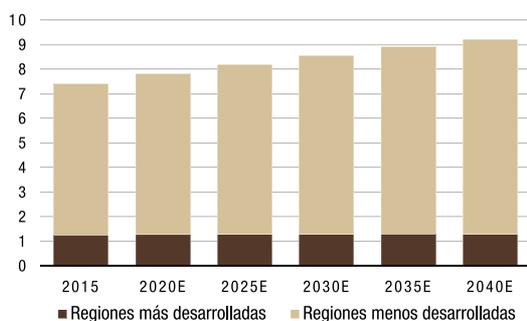
- Según lo habitual, los dos factores más importantes ampliamente utilizados para estimar la demanda de energía son el crecimiento global del PBI y el crecimiento poblacional. Históricamente, dichos valores han sido pronosticadores confiables en relación con la demanda de energía (ver Fig. 1).
- Se cree que la población global aumentará de 7400 millones en 2016 a 9100 millones en 2040 (valores basados en proyecciones de las Naciones Unidas). Esto implica un índice de crecimiento acumulado anual del 0,9 %, en comparación con el 1,2 % de este siglo hasta el momento (ver Fig. 2).

Figura 1 - Crecimiento de la población e influencia del PBI en el incremento de la demanda de energía global. Cifras indexadas a 100.



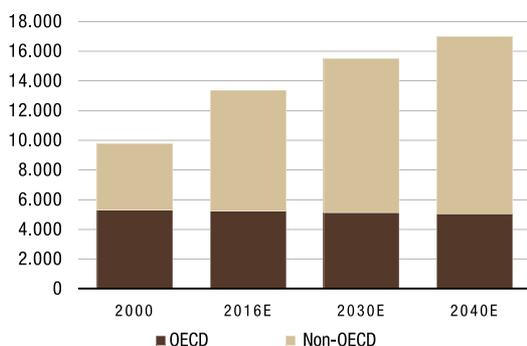
Fuente: Administración de Información sobre Energía, Naciones Unidas, Fondo Monetario Internaciona, Banco Mundial, UBS.

Figura 2 - Población proyectada - liderada por las regiones del mundo menos desarrolladas. Valores expresados en miles de millones.



Fuente: Naciones Unidas - Departamento de Población, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.

Figura 3 - Las economías emergentes consumen actualmente la mayor parte de la energía mundial. El cambio sucedió durante esta década; las cifras están expresadas en millones de toneladas de equivalente en petróleo.



Fuente: Agencia Internacional de Energía, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.
Nota: La OECD (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) está compuesta en su mayoría por naciones de economías desarrolladas.

- La IEA proyecta un índice anual acumulado de crecimiento del PBI global del 3,4 % para 2040, en comparación con un promedio del 3,6 % en lo que va de este siglo (valores basados en proyecciones del Fondo Monetario Internacional y de la base de datos del Banco Mundial).
- La IEA advierte que el crecimiento en la futura demanda energética surgirá de las economías emergentes o que no pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. En el pasado, el crecimiento en la demanda era impulsado por las economías desarrolladas. Las economías emergentes ahora consumen la mayor parte de la energía mundial (Ver Fig. 3). Este cambio ocurrió en los últimos cinco años.
- El modelo de la IEA también incorpora otras presunciones, incluyendo avances en la eficiencia energética, futuras políticas de energía y tendencias en la actividad económica y demográfica más allá del "modelo tradicional". Además, incorpora proyecciones de las trayectorias del precio de la energía y de la evolución de costos para las nuevas tecnologías.

Nuestra hipótesis de crecimiento de la demanda superior a la tendencia

Si desarrollamos suministros de energía...

Es razonable creer que cualquier persona en el mundo podría tener energía si así lo quisiera. Aunque parezca poco lógico, creemos que una de las restricciones más importantes de la demanda global es el suministro a un precio razonable. De lo contrario, resulta difícil explicar por qué tantas regiones del mundo no logran acceder a la energía. Dado el gran desafío de suministro de energía, sería prudente una mirada conservadora del incremento de la demanda por parte de las agencias de energía.

Nuestra fundamentación acerca de que la demanda de energía ha estado limitada por la disponibilidad se centra en las vastas regiones del mundo que han sido relegadas. Alrededor de 1100 millones de personas de todo el mundo —el 15 % de la población total, principalmente en África, la India y naciones en desarrollo de Asia— no tienen acceso

a la electricidad. Es aún mayor la cantidad de personas (2800 millones) que no tiene acceso a instalaciones limpias para cocinar; emplean biomasa, carbón o kerosene. A nivel mundial, casi el 85 % de las personas con escasa energía vive en áreas rurales remotas de baja densidad.

... ¿habrá demanda?

Imaginemos un mundo en el que los suministros de energía son ampliamente accesibles y de costo razonable. Consideremos el gran mercado energético de baja calidad en el mundo en desarrollo.

Las proyecciones de la IEA sugieren un período de PBI elevado y crecimiento poblacional en ciertas economías emergentes, incluyendo la India y África (ver Fig. 4). Esto sienta las bases para una clase media en veloz desarrollo en todo el mundo, dando lugar a la transición de un estilo de vida carente de energía a uno moderno proporcionado por el acceso a ésta. Creemos que dicho fenómeno ya está en curso en áreas de China y de la India, donde el incremento en la demanda energética ha sido notable en los últimos años.

Viento a favor para un escenario de mayor demanda

La probabilidad de que la demanda de energía se materialice en los mercados de suministro deficiente se acentúa con las distintas iniciativas a nivel global. Por ejemplo, bajo el Acuerdo de París de noviembre, 2016, los países reafirmaron su intención de asegurar acceso universal a la energía para el año 2030. Trabajando en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas, las instituciones públicas y privadas tienen como objetivo el acceso a energía de costo razonable, segura, sustentable y moderna para todos; reducción de la contaminación ambiental; y lucha contra el cambio climático (ver texto aparte para mayor información acerca del compromiso de UBS en contribuir a lograr los Objetivos de Desarrollo Sustentable en todo el mundo).

Dado el corrimiento demográfico de economías desarrolladas a economías emergentes como el principal conductor del incremento en la demanda energética, el crecimiento poblacional podría jugar un rol más impor-

tante que en el pasado. El incremento proyectado de la población mundial será mayor en los países de menor desarrollo dentro de África y Asia, incluyendo la India. La población de las naciones más desarrolladas crecerá a menor escala, según las Proyecciones de Población Mundial de Naciones Unidas.

De igual modo, el incremento en el PBI global estará influenciado por las economías emergentes; siendo China el país que más contribuirá con dicho incremento. La India también crece en forma significativa con un PBI global proyectado al doble para 2040. Juntos, China y la India concentran alrededor del 37 % de la población mundial, y solo el 28 % de la demanda energética actual. Mientras que los EE.UU., con un 4 % de la

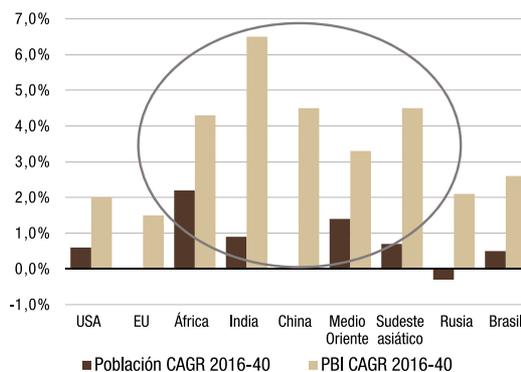
población mundial, representa una demanda energética del 16 %.

Creemos que el enfoque de la IEA sobre el ritmo de incremento en la demanda energética podría resultar demasiado lento, en particular para el período 2016-2025 (ver Fig. 5). Nuestro criterio está basado en el ritmo de urbanización proyectado en los países en desarrollo, los cuales han mantenido una muy fuerte demanda de energía industrial en el último tiempo.

La vida urbana es eficiente desde el punto de vista energético, pero...

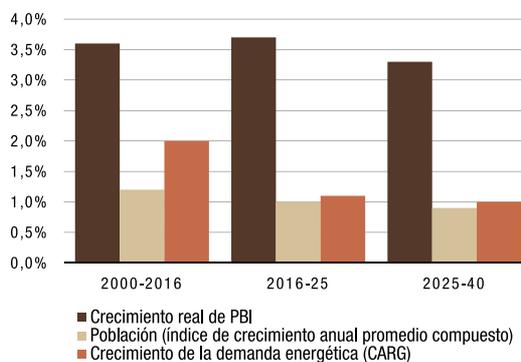
La urbanización es una tendencia en pleno desarrollo, y es más evidente en China y

Figura 4 - Índices de crecimiento de población y PBI - más fuertes en regiones emergentes y en desarrollo. Las cifras equivalen a los índices de crecimiento anualizados expresadas en porcentaje.



Fuente: Agencia Internacional de Energía, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.

Figura 5 - Crecimiento poblacional proyectado, PBI, y demanda energética. La futura demanda energética parece estar minimizada, en especial en los próximos 10 años; CAGR expresados en porcentaje.



Fuente: Agencia Internacional de Energía, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.
Nota: CARG = índice de crecimiento anual compuesto.

en la India. No es casual que el incremento en la demanda energética haya sido más prominente en esas regiones. En el futuro, África también experimentará una aceleración notable en estas tendencias de urbanización.

En sus proyecciones, la IEA se refiere a un proceso de urbanización que agrega, al total mundial, una ciudad del tamaño de Shanghai cada cuatro meses. Esas ciudades serán inteligentes, con alta eficiencia energética, y muy grandes. Éste es un punto clave sobre el que sustenta sus proyecciones para las futuras demandas, pero creemos que la agencia podría estar restando valor a la energía necesaria para el establecimiento de dichos centros urbanos.

...un estilo de vida moderno necesita de la energía.

La urbanización contribuirá con un mundo más eficiente en materia energética, permitiendo un menor ritmo de incremento en el consumo de energía total per cápita, gracias a las economías de escala y a las tecnologías utilizadas en la construcción que presentan un mejor aprovechamiento energético. Pero desarrollar y expandir ciudades modernas implica construir edificios de oficinas y departamentos e infraestructura, lo que requiere de maquinaria pesada y fabricación de materiales. Además, se espera que el desarrollo urbano continúe en gran escala al menos hasta 2030 (ver Fig. 6).

Recordemos el fuerte incremento en la demanda energética de China durante la última década en la que fueron construidas y modernizadas ciudades como Shanghai. Este fue uno de los factores principales que influyeron sobre el suministro de energía global en los últimos diez años, cuando los precios del petróleo superaron los US\$ 140 el barril.

La demanda de energía de China concentró el 11 % del total global en el año 2000. Para 2016, China era el mayor consumidor de energía del mundo, alrededor del 23 % de la energía total (ver Fig. 7).

A largo plazo, abastecer ciudades modernas requiere de mayor transporte de productos a larga distancia, ya sea por avión, trenes o camiones. Con el correcto planeamiento, la urbanización conduce a una mejor calidad de vida para gran parte de la población mundial. En nuestra opinión, sostener ese estilo de vida moderno, sostener negocios que brinden empleos para los residentes de las ciudades, mantener la infraestructura de la ciudad moderna y mantener el ritmo del crecimiento actual requerirá de mucha energía de todas las fuentes.

China e India: ambiciosos planes para el futuro

Los planes económicos y la política energética anunciados en China y en la India fueron incorporados en las proyecciones de la IEA. En tanto que sus políticas energéticas están enfocadas en un futuro de energía limpia y sustentable, en realidad, los planes de crecimiento de esos países demandarán un alto consumo de energía.

Haciendo frente a varios problemas ambientales, el gobierno de China ha lanzado una nueva política energética enfocada en el uso reducido de carbón, en el aumento de la eficiencia energética y en la reestructuración de su economía. El ritmo de la transición energética de China impactará en los mercados globales. China produce casi el 90 % del carbón que consume y podría ser necesaria la importación de sustitutos, en particular de gas natural. Con el tiempo, China planea desarrollar sus recursos de gas de esquisto, algunos ubicados en áreas remotas del país y, dados los equipos y la infraestructura requeridos, el proceso demandará una gran cantidad de energía. Al tiempo que el consumo de carbón en China disminuirá, la

Figura 6: Cantidad de personas que serán urbanizadas en el mundo por región/sub región (por ej.: 2020 se refiere al período 2010-2020). Los valores están expresados en millones de personas.

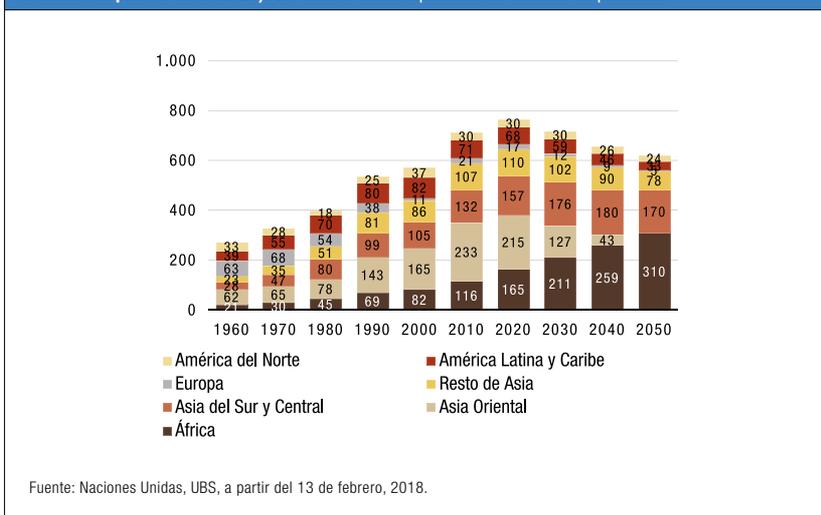
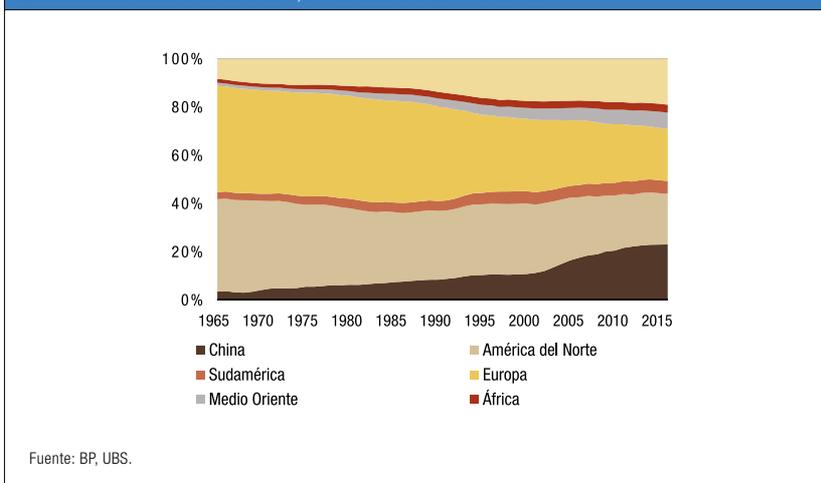


Figura 7: Principal consumo de energía de China según porcentaje del total global. La demanda de China se elevó de un 3,5 % en 1965 a un 23 % en 2016.



demanda de energía proyectada por la IEA, exceptuando el carbón, se incrementará a un ritmo anual promedio del 4 % hasta 2025, y luego descenderá a 2,1 % en 2025 hasta 2040 (ver Figura 8).

Se espera que la India, país donde se proyecta que tanto el crecimiento poblacional como el PBI excedan el promedio anual para 2025, sea la próxima región de marcado desarrollo. En la actualidad, si bien la población de la India es casi igual a la de China, el consumo de energía de la primera concentra solamente el 7 % de la demanda energética mundial.

Además de una población en expansión, el gobierno de la India aspira a alcanzar un valor mayor al doble del tamaño de su economía, es decir U\$S 5 billones para 2025. Si bien es ambiciosa, la economía del país pasó de U\$S 500 mil millones en el año 2000 a superar los U\$S 2000 millones. Aun así, en 2025, la IEA estima que la India consumirá solo el 8 % de la energía global. Para 2040, la IEA proyecta que la economía de la India será similar a la

Objetivos energéticos

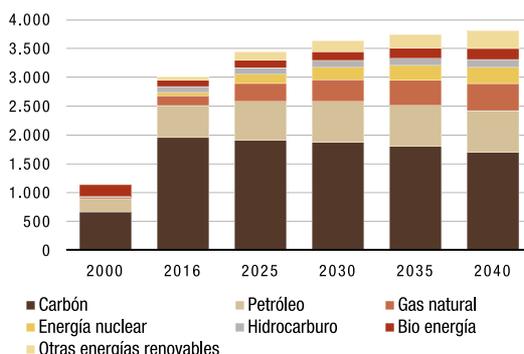
China

Los objetivos energéticos de China se concentran en la reducción de consumo de carbón. China es el mayor consumidor de carbón del mundo -representa más del 65 % de su consumo de energía. Como parte de su "revolución energética", China busca alejarse del carbón, lo cual incrementará su consumo de gas natural y energías renovables.

India

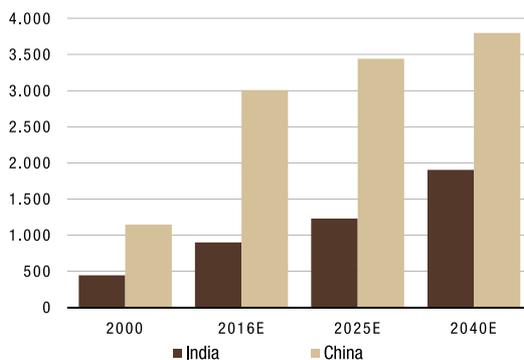
El gobierno de India presentó una política de energía con objetivos que incluyen: electrificación (acceso universal para todas las 24 horas los 7 días de la semana para 2022), un mayor porcentaje de manufactura en el PBI, una reducción en la importación de petróleo, 175 gigavatios (GW) de capacidad de generación de energía renovable para 2022 y reducción en la intensidad de las emisiones en un 33-35 % para 2030 (a partir de la base de 2005) incrementando el porcentaje de capacidad de combustible no fósil en el sector energético en un 40 %.

Figura 8: Proyecciones de la demanda energética de China. Al tiempo que la demanda de carbón disminuye, la demanda por otro tipo de energías sube. Es probable que el incremento en la eficiencia de energía reduzca el ritmo de crecimiento. Las cifras están expresadas en millones de toneladas de equivalente en petróleo.



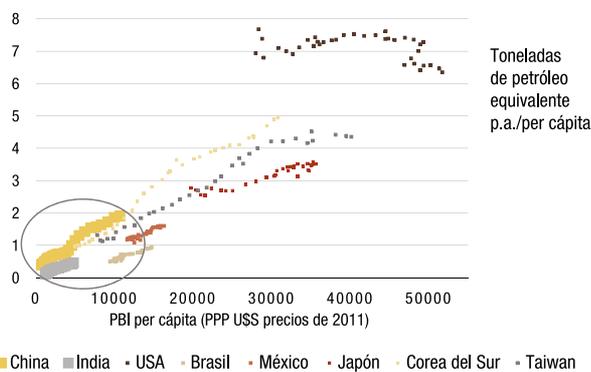
Fuente: Agencia Internacional de Energía, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.

Figura 9: Proyecciones de demanda energética de India y China. En millones de toneladas de equivalente en petróleo.



Fuente: Agencia Internacional de Energía, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.

Figura 10: Consumo de energía en relación con el PBI per cápita. Energía (petróleo crudo, carbón y gas natural)



Fuente: BP, Fondo Monetario Internacional, UBS, a partir del 13 de febrero, 2018.
Nota: 1 tonelada de petróleo equivale a alrededor de 7,33 barriles.

actual de China, y se espera que la población supere la de China en más de 200 millones de personas (alrededor del 70 % de la actual población de los EE. UU. – 328 millones). Pero la proyección indica que la India consumirá el 50 % de la energía consumida en China en 2040, y alrededor del 63 % de lo que China consume en la actualidad (ver Fig. 9).

África apenas entra en el debate por la demanda global de energía. El continente entero consume solo un 6 % de la energía mundial. La población de África, cuya mayor parte se encuentra bajo deficiencia energética, corresponde al 16 % del total global. Se espera que crezca a un ritmo elevado hasta alcanzar un 23 % en 2040. La urbanización será clave y muchos programas de desarrollo sustentable estarán enfocados en incrementar el acceso a la energía en el continente. Si tienen éxito, el futuro incremento en la demanda energética de África podría ser colosal. Por ahora, la IEA pronostica un crecimiento anual del 2 % hasta 2040, alre-

dedor de un 62 % del ritmo de crecimiento de la demanda proyectado para la India.

Si bien es cierto que la mayor eficiencia energética puede alterar el ritmo del incremento en la futura demanda en ciertos sectores (por ej.: electricidad, combustibles para vehículos de poca potencia), hemos advertido un menor progreso en la eficiencia energética en el sector industrial. Si el desarrollo económico y las tendencias de urbanización se materializan en el mundo en desarrollo, la demanda industrial se convertirá en el potencial “excedente sorpresivo” hasta 2025. Es probable que la intensidad energética aumente con la actividad industrial (Ver Fig. 10).

Conclusiones relacionadas con la inversión

Resulta difícil predecir con precisión cómo evolucionará nuestro futuro energético. Los factores que se utilizan habitualmente en los

modelos predictivos apuntan a un incremento en progreso de la demanda energética mundial. Sin embargo, desde la perspectiva del suministro, el futuro presenta una mayor y más diversa variedad de fuentes de energía. Creemos que ello podría impactar significativamente en las tendencias de la demanda. Asumiendo mayores fuentes de suministro de energía de costo razonable, creemos que las tendencias de incremento en la demanda se podrían acelerar marcadamente en el futuro.

Los combustibles renovables cumplirán un rol central en la configuración de nuestro futuro energético. El incremento en el suministro de energías renovables permitirá a los gobiernos lograr sus objetivos sociales y ambientales. Pero, a medida que el actual mercado energético con servicio deficiente se desarrolla, vislumbramos una mayor demanda de energía generada a partir de todos los recursos. Nosotros nos aseguramos un portafolio de energía diversificada.



Sistemas de protección contra incendios

GLOBAL FIRE S.A.
•Administración:
 Salguero 1575 - 1º Piso (1177) Capital
•Talleres, Depósito y Oficina Técnica:
 Quirno Costa 799, San Fernando,
 Prov. de Buenos Aires, Argentina
 Tel./Fax: (00 54-11) 4745-6808
 www.globalfire.com.ar
 e-mail: global-fire@globalfire.com.ar

Representante:
Rosario/Santa Fe - ASVEN
 Juan José Paso 7410, Rosario,
 Prov. de Santa Fe
 Tel.: 0341 525 3762



Latin America Update es una columna regular de INFORM que presenta información sobre grasas, aceites y materiales relacionados en esa región.

Autor: Leslie Kleiner
leslie.kleiner@roquette.com
Fuente: INFORM

¿PRODUCTOS ELABORADOS EN BASE DE CEREALES CONSUMIDOS DURANTE EL DESAYUNO?

En Argentina, donde crecí, es muy común comenzar el día con “mate y facturas” (que son un tipo de infusión y productos deliciosos y recién horneados de panadería). Este es un desayuno distinto al cereal con leche, o las barras de cereal que vemos y se consumen habitualmente en los Estados Unidos. Por lo tanto, me dio curiosidad conocer el papel que juegan los cereales y las barras de cereal en las góndolas de los supermercados en Latinoamérica. Consulté a Innova Market Insights ^[1], y esto es lo que encontré en formato de PyR:

En el período de enero 2016 al mes de abril de 2018: ¿Cuántos productos de cereal (cereales y barras de cereal) existen en el mercado de Latinoamérica (incluyendo los productos establecidos, reformulados, reenvasados y nuevos)?

El gráfico muestra la cantidad de productos de cereal en el mercado por cada país, para el período que va de enero 2016 a abril de 2018. A partir de dicho gráfico, se puede observar que los productos de cereal son

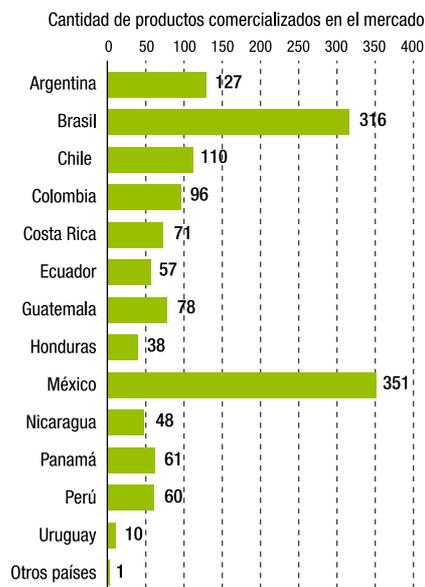
más populares en Brasil y México que en otros países de Latinoamérica.

Considerando todos estos productos en la región de Latinoamérica: ¿Cuáles son las diez marcas principales y cuantos productos

tienen esas marcas? y ¿Cuáles son los sabores más populares?

La Tabla 1 muestra las diez marcas principales y la cantidad de productos de cereal comercializados en Latinoamérica. En términos de sabores, a lo largo de la región, las frutas lideran con 689 productos. Seguidas

Figura 1 - Cantidad de productos de cereal en las góndolas de los supermercados en Latinoamérica, por país (enero 2016-abril 2018)



^[1] Innova Market Insights es una compañía de investigación de mercado global, especializada en conocimiento y perspectivas para la industria de alimentos y bebidas. Durante los últimos 25 años, el equipo de especialistas en alimentos ha utilizado su experiencia local para rastrear nuevos productos, marcas y tendencias a medida que ocurren en más de 75 países. La compañía ha convertido la investigación de mercado líder en la industria en información procesable para FMCG

por sabores a chocolate (582), nueces (338), lácteos (48), especias y semillas (40), postres (28), torta-galletitas y pastel (26), vainilla (26), vegetales (7) y sabores étnicos (4).

¿Cuáles son las diez fuentes principales de grasas y aceites de los

Tabla 1 - Las diez marcas principales de cereal disponibles en Latinoamérica (enero 2016-abril 2018)

Nombre	Cantidad
Quaker	86
Kelloggs	62
Special K	50
Fitness	32
Froot Loops	31
Natura Valley	31
Great Value	24
Tosh	24
Choco Krispis	23
Nesquik	23

productos de cereal y cuales son los ejemplos de productos de cereal en el mercado para la región?

Las diez fuentes principales de grasas y aceites (utilizadas individualmente o en combinación) son aceites vegetales (468 productos), aceite de palma (306), grasas vegetales (264), aceite de girasol (231), aceite de canola (136), aceite de soja (127), aceite de palmiste (1.120), aceite de girasol (2.310), aceite de palma fraccionado (61), aceite de coco (56) y oleína de palma (49).

Algunos ejemplos de estos productos son:

- Barra Cereal Mix de yogur-frutilla elaborada y comercializada por Arcor. En Argentina, este producto fue relanzado con un envase ecológico en febrero de 2018.
- Barras de avena sabor a chocolate con chispas de chocolate de Fiber One, 90 calorías, comercializadas en México, último informe de Innova Market Insights de febrero 2018.

- “Nescau Cereal Matinal De Milho Sabor Chocolate”: bolas de cereal de maíz con sabor a chocolate de Nestlé, comercializadas en Brasil, último informe de Innova Market Insights de febrero 2018.
- Cereal de racimos de miel y avena con racimos deliciosos de vainilla y láminas de granos enteros de Post, comercializado en Ecuador, último informe de Innova Market Insights de noviembre 2017.

Latin America Update es una producción de Leslie Kleiner, Coordinadora de Proyecto de I+D sobre Aplicaciones para Confeitería en Roquette America, Geneva, Illinois, EE.UU., y editora contribuyente de Inform. Puede ser contactada en: Leslie.kleiner@roquette.com.

Material extraído de la edición de julio/agosto de 2018, Vol. 29 (7) de INFORM - Latin American Update Section, y publicado bajo la expresa autorización de sus editores.

MÍNIMO DESGASTE

LA MÁS ALTA TECNOLOGÍA EN SECADO DE GRANOS

WWW.INGENIERIAMEGA.COM

+54 (2355) 432380/432781 - info@ingenieriamega.com
Lincoln (6070), Buenos Aires, Argentina

MEGA
SECADORAS DE GRANOS

Sistema de control de polvo DSH
Ingenioso sistema que no consume energía
Tolva Supresora de Polvo
para carga de camiones, vagones, buques, barcasas y silos

Controla la emisión de polvo en la caída libre y transferencia de productos granulares secos

- SIN PARTES MOVILES
- SIN ASPIRACIÓN
- SIN CONSUMO ENERGIA
- SIMPLE DE INSTALAR



Bulktech Argentina S.A. Rodriguez Peña 1532, 1º Piso of. A, (1640) Martinez, Buenos Aires.
Tel: (+54-11) 4792-5192 / 6897 / 4898-9018 • Fax: (+54-11) 4792-5192 - int.101 • www.bulktech.com • www.tmsa.ind.br
terminales portuarias - transportadores - control ambiental



COTECA

Trust for a moving world



"AL SERVICIO DEL TRIGO ARGENTINO"

- > Inspección de bodegas
- > Supervisión de carga y descarga
- > Supervisión de peso
- > Control de cantidad
- > Muestreo contractual
- > Trazabilidad/preservación de identidad
- > Fumigación
- > Control de temperatura
- > Análisis Químicos
- > Análisis Físicos
- > Proteína Kjeldahl/ NIR
- > Alveograma Chopin
- > Farinograma Brabender
- > Gluten Húmedo, Seco e Index
- > Falling number
- > Micotoxinas



Oficinas Comerciales

Av. Alicia Moreau de Justo 170 – Piso 2º (CABA) – TEL/FAX +54 11 52398888

Laboratorio

Av. San Martín 299 – San Lorenzo (CP 2200) – TEL/FAX +54 3476 430319/ 430198

BOMBAS HORIZONTALES

se incorporan al rango de equipos ensamblados en Argentina



Cualquiera sea el fluido en su sistema, Ud. puede elegir del amplio rango de bombas horizontales normalizadas de Grundfos para manejarlo sin inconvenientes. Además de las variedades en hierro fundido, toda una gama de bombas de acero inoxidable está disponibles para mover fluidos de todo tipo en aplicaciones industriales tanto para servicio como para proceso.

Entre los beneficios de las bombas horizontales normalizadas NK-NB y bombas ANSI, se encuentran:

- > En procesos: bombas ANSI bajo norma ASME/ANSI 73.1
- > En servicios: bombas NK/NB bajo norma EN733 e ISO 2858
- > Posibilidad de acoplar a motor IE3 de alta eficiencia
- > Alta confiabilidad y eficiencia
- > Bajos costos en su ciclo de vida
- > Larga duración debido a sellos mecánicos específicos de acuerdo a aplicación
- > Ensambladas y probadas en Grundfos Argentina

be
think
innovate

GRUNDFOS

grundfos.com.ar

FOCO EN URUGUAY

El país logra posicionarse como exportador de soja

Uruguay es un exportador exitoso de granos y oleaginosas, particularmente de arroz y soja. El arroz se destina a países vecinos, mientras que China es el principal comprador de la soja uruguaya. La sequía severa en 2017-18 interrumpió bruscamente la producción de granos y oleaginosas, pero se espera una recuperación a niveles más normales para el período 2018-19.

El Consejo Internacional de Granos (International Grains Council – IGC) estima que la producción total de trigo de Uruguay será de 600.000 toneladas en el período 2018-19, en comparación con los 400.000 del año anterior. El país está preparado para importar 300.000 toneladas de maíz en 2018-19, en comparación con los 400.000 del año previo.

Se espera que Uruguay produzca 900.000 toneladas de arroz en el período 2018-19. Las exportaciones de arroz se estiman en 800.000 toneladas, una reducción con respecto a las 900.000 del año anterior.

El pronóstico del IGC para la producción de soja en Uruguay para 2018-19 se ubica en 3 millones de toneladas, mostrando un incremento con respecto a los 1,7 millones del año anterior. Para el período 2017-18, el IGC estima que las exportaciones uruguayas de soja a la República Popular China se ubicarán en 600.000 toneladas.

En un informe anual fechado el 25 de abril sobre el sector de granos, el agregado del USDA en Uruguay también pronosticó la producción de trigo en 600.000 toneladas para el período 2018-19, en comparación con las 400.000 toneladas del año anterior, destacando que la superficie cosechada estable de 200.000 hectáreas es significativamente más baja con respecto al promedio histórico.

“A pesar de los fuertes precios de los futu-

ros (190 a 200 dólares por tonelada de trigo de primera calidad, datos de diciembre 2018), los retornos son ajustados debido a los rendimientos promedio”, según lo expresado por el informe. “Los analistas estiman

que los costos de producción de trigo en 2018-19, cercanos a USD 600 por hectárea, requerirán rindes aproximados a las 3,5 toneladas por hectárea para alcanzar un precio de equilibrio”.

Datos Claves



Capital: Montevideo

Población: 3.360.148 (estimación julio 2017)

Religiones: Católica Apostólica Romana 47,1 %, cristianos no católicos 11,1, no denominacional 23,2 %, Judía 0,3 %, atea o agnóstica 17,2 %, y otras 1,1 % (estimación 2006).

Ubicación geográfica: Región sur de Sudamérica, limitando con el Océano Atlántico sur, entre Argentina y Brasil.

Forma de Gobierno: República constitucional. Jefe de Estado y titular del gobierno: presidente Tabaré Vázquez (desde 01.03.15)

Economía: Uruguay tiene una economía de libre mercado que se caracteriza por un sector agrícola orientado a la exportación, una fuerza laboral muy bien educada y niveles elevados de gasto social. Uruguay ha buscado expandir el comercio dentro del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y con miembros extra - MERCOSUR, y el presidente Vázquez ha mantenido la mezcla de políticas promercado y la fuerte red de seguridad social de su antecesor. Luego de las dificultades financieras ocurridas a fines de los 90 y principios de la década del 2000, el crecimiento económico de Uruguay durante el período 2004-08 promedió

8 % anual. La crisis financiera global de 2008-09 le puso freno al crecimiento vigoroso de Uruguay, que se desaceleró a 2,6 % en 2009. No obstante, el país pudo evitar la recesión y mantuvo tasas de crecimiento positivas, principalmente con mayor gasto e inversiones públicas; el crecimiento del PBI alcanzó 8,9 % en 2010 pero se desaceleró marcadamente en el período 2012-16 como resultado de una desaceleración renovada de la economía global y de sus principales socios comerciales y contrapartes en el MERCOSUR, Argentina y Brasil. Las reformas en dichos países deberían brindar a Uruguay un impulso económico. El crecimiento aumentó en 2017.

PBI per capita: USD 22.400 (estimación 2017); inflación: 6,1 % (estimación 2017); tasa de desempleo: 7,3 % (estimación 2017).

Moneda: Pesos uruguayos (UYU): 31,23 pesos equivalen a 1 dólar estadounidense (23.07.18).

Exportaciones: USD 8,976 mil millones (estimación 2017): carne, soja, celulosa, arroz, trigo, productos lácteos, madera.

Importaciones: USD 8,74 mil millones (estimación 2017): petróleo refinado, petróleo crudo, vehículos para pasajeros y otros vehículos de transporte, repuestos para vehículos, teléfonos celulares.

Agricultura: 6,2 % del PBI y 13 % de la fuerza laboral.

Internet: Código: .uy; 2.225.075 usuarios.

Fuente: Libro Mundial de Hechos de la Agencia Central de Inteligencia de los EE.UU. (CIA World Factbook)

El informe destacó que los problemas crecientes en la calidad del suelo significan que algunos agricultores cultivarán trigo de invierno como una opción para la rotación de la soja, con la finalidad de conseguir la supresión de malezas y el control de la erosión. El informe también citó el pronóstico de analistas locales con respecto a la posibilidad de que los proveedores de insumos y los agricultores pequeños e ineficientes queden fuera del negocio después de la pobre cosecha de trigo del año 2017 y las temporadas de maíz y soja afectadas por la sequía en el año 2018.

“Los proveedores de insumos indican que financiar la próxima cosecha continuará de algún modo bajo condiciones más estrictas”, agrega el informe.

El agregado también destacó que las compañías malteras estimularon el interés por la cebada para el período 2018-19 ofreciendo contratos a los agricultores, estimando que las compañías probablemente contratarán 160.000 hectáreas, con unas 10.000 adicionales que serán cultivadas con fines forrajeros.

“Los precios más fuertes, los rendimientos más elevados y la cosecha más temprana (aproximadamente 2 semanas) de la cebada, en comparación al trigo, atrae a los agricultores en la región núcleo suroccidental por

las ventajas significativas como doble cultivo con la soja”, dijo el informe. “Los incentivos adicionales para el costo incluyen la estrecha proximidad de las compañías malteras con la zona de producción ya que se reducen los costos de transporte y la provisión de los principales insumos (semillas, fertilizantes, y otros) que realizan las malterías.

El trigo y la molienda de harina

El informe colocó al consumo de trigo para el período 2018-19 en un valor sin cambios de 500.000 toneladas, destacando que el “consumo de harina se mantiene bastante estable año tras año”.

“El uso de trigo en la elaboración de forraje para alimento animal, se encuentra en crecimiento ya que su menor precio aumenta el interés por dicho cultivo como ingrediente para forraje alternativo”, destacó el IGC en el informe.

El informe además citó a la industria local como diciendo que los corrales de engorde consumieron aproximadamente 30.000 toneladas de trigo en 2016-17, pero que dicho valor podría caer a 10.000 toneladas en 2017-18. Mientras tanto, las exportaciones de trigo para el período 2018-19 se posicionaron en 100.000 toneladas, ligera-

mente más elevadas que las del año previo, “debido a una mayor provisión esperada, destinada principalmente para Brasil”.

En la versión 2017 del informe anual, el agregado colocó la cantidad de molinos harineros en Uruguay en “aproximadamente 15”, con tres representando más del 70 % del mercado.

“Existe una capacidad ociosa significativa en el sector”, según lo informado en el mencionado reporte.

La demanda por maíz en crecimiento

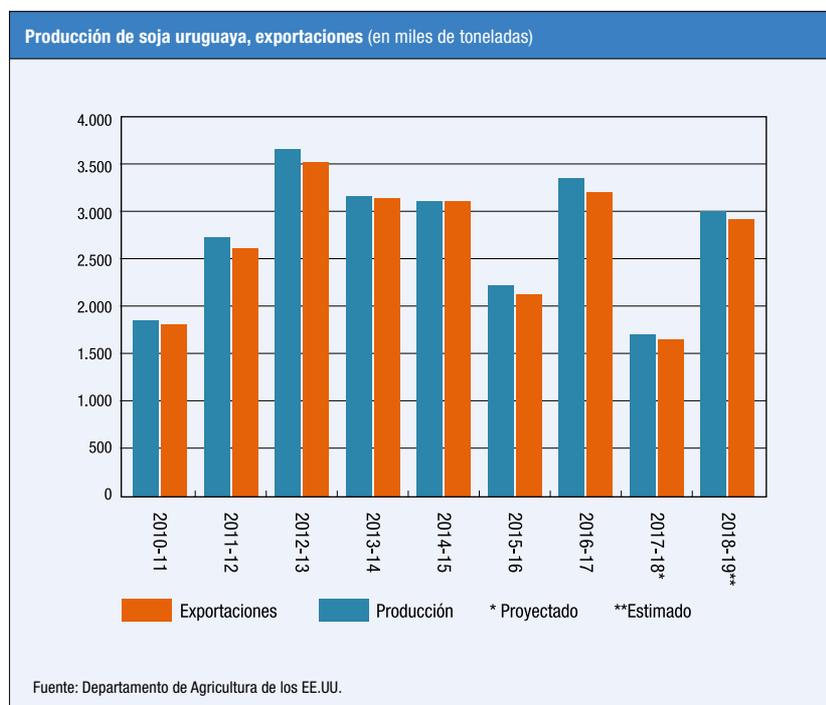
El pronóstico del agregado del USDA para la producción de maíz temporada 2018-19 fue de 420.000 toneladas, que representa un aumento con respecto a las 200.000 toneladas del año previo afectado por la sequía. El uso de maíz en 2018-19 se colocó en 860.000 toneladas, un pequeño incremento teniendo en cuenta las 850.000 toneladas consumidas el año anterior.

“La tendencia de los últimos años muestra un incremento pequeño, pero a su vez constante en la demanda por maíz”, dijo el informe. “El sector lácteo es el consumidor líder de maíz en Uruguay, seguido por la industria avícola y los corrales de engorde de animales”.

El maíz también se destina a productores de forrajes, plantas de producción de bioetanol y a exportadores de ganado, además de pequeños cupos de exportaciones a Turquía y Oriente Medio. Uruguay, por lo general, no exporta maíz. Según el agregado, la fuente principal de sus importaciones es Paraguay. El maíz se transporta en contenedores y por camión.

Para el sorgo, el pronóstico del agregado coloca a la producción en 210.000 toneladas para el período 2018-19, lo cual significa un aumento con respecto a las 120.000 toneladas del período 2017-18.

“En Uruguay, es frecuente cultivar el sorgo en suelos más pobres utilizando baja tecnología”, dijo el informe. “ALUR, una compañía aceitera nacional (con una división de biocombustibles) históricamente ha sido el principal comprador de sorgo para su uso en la planta de Paysandú para la producción de etanol bajo mandato nacional”.



Otros usuarios para el sorgo son el sector lácteo y las operaciones de los corrales de engorde.

“Uruguay prácticamente no tiene exportaciones ni importaciones de sorgo”, según lo informado por el reporte bajo análisis.

El pronóstico del agregado para la producción de arroz para 2018-19 se ubica en 1,22 millones de toneladas (base aproximada), en comparación con los 1,28 millones del año previo, con una caída de la superficie proyectada de aproximadamente 6 %.

“Los contactos indican que en los tres últimos años los precios del arroz cayeron aproximadamente 25 % en término de dólares mientras que los costos de producción solo 12 %”. “Los retornos son muy ajustados (en el mejor de los casos) y los agricultores continúan acumulando deudas”.

El informe estima una caída en la superficie ya que “los productores menos eficientes dejan el sector”.

“El elevado inventario de arroz en la región, especialmente en Brasil, mantiene una presión hacia abajo sobre el aumento de precios en los países productores del cono sur que exprimen los retornos del productor”, agrega el informe.

El consumo de arroz en el país se ubica en aproximadamente 60.000 toneladas para el 2017-18, aproximadamente el mismo de los años previos.

“El consumo per capita se estima en 12 a 13

kilogramos de arroz blanco, un valor bajo con respecto a otros países en América del Sur y Central”. “La calidad del arroz uruguayo es considerada como una de las mejores del mundo con un grano muy uniforme”.

Uruguay exportó 1,014 millones de toneladas de arroz a más de 50 mercados, dijo el agregado.

“Brasil fue el mercado N° 1 para el arroz uruguayo, seguido por Perú, Méjico e Irak”, agregó el informe.

El aumento de las exportaciones de soja

De acuerdo con el IGC, el informe anual de agregado sobre el sector de las oleaginosas coloca a la producción de soja para 2018-19 en 3 millones de toneladas, mostrando un interesante incremento con relación a los 1,7 millones del año anterior. Se espera que las exportaciones de soja aumenten a 2,9 millones de toneladas para el período 2018-19, un incremento con respecto a los 1,63 millones del año anterior.

Como resultado de la mayor cosecha se espera que la molienda de soja también aumente a 80.000 toneladas para el período 2018-19, un incremento con respecto a los 60.000 del año anterior.

“No se espera que la molienda de soja crezca de manera significativa ya que el principal productor de biodiesel, Alcoholes de Uruguay (ALUR), planea utilizar más canola como materia prima para sus operaciones”, dijo el

agregado. “ALUR recientemente anunció planes para incrementar la demanda de canola ofreciendo contratos de precios atractivos a los productores locales. Los contactos locales del agregado colocan a la superficie para la canola (colza) en aproximadamente 30.000 a 40.000 hectáreas.

Más del 90 % de las exportaciones del complejo de soja uruguayo están conformadas por soja.

“Las perspectivas para que Uruguay expanda el procesamiento de soja para uso doméstico y exportaciones son bajas debido a los costos elevados de producción y de las operaciones de molienda”, dijo el informe. “China abarca la mayor parte de la porción de mercado exportador de Uruguay, con más del 82 %. Otros de los destinos principales incluyen la Unión Europea (5 %) y mercados en África del Norte y el Sudeste de Asia”.

El informe también destacó que Argentina se ha convertido en un importador significativo de soja de Uruguay, usando los suministros adicionales para incrementar el uso del exceso de la capacidad de molienda.

“Todas las variedades de soja uruguayana derivan de la biotecnología”, dijo el informe anual del agregado. “La adaptación rápida y exitosa de dicha tecnología ha contribuido a rendimientos mayores que han ido aumentando un 5 % anual en promedio”.

Material Extraído de la edición de agosto de 2018 de World Grain, y publicado bajo autorización de sus editores.



Un colaborador de los proyectos que la industria necesita.
Nuevos Proyectos – Revamping – Supervisión – Gerenciamiento.
Siempre al servicio de la Industria Aceitera.

Av. Francia N°3771 - 1º piso - Rosario - Santa Fe - Argentina.
Tel. +54 - 0341 - 4342579/4318239.
ingenieria@diexal.com.ar

Nuevas soluciones en cada etapa de su proceso



Qué ofrecemos

PLANTAS DE CRUSHING LLAVE EN MANO:

Desarrollamos soluciones personalizadas y confiables para plantas procesadoras de granos, abarcando la ingeniería, el suministro y la puesta en marcha de la planta.

Ofrecemos una solución integral que permite ahorrar tiempo y dinero para aumentar las ganancias como resultado de un producto de mayor calidad y una mejor eficiencia en el funcionamiento de la planta.

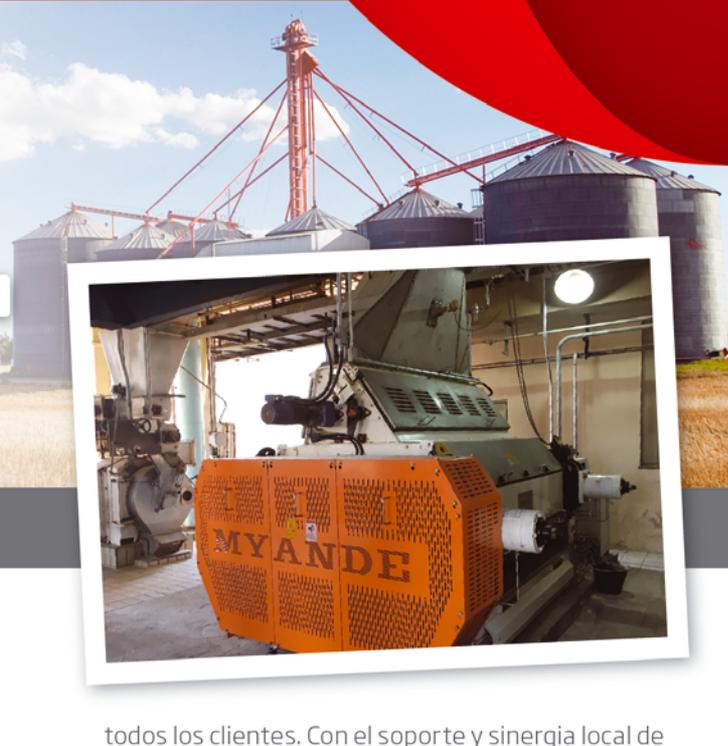


ARGENTINA Headquarters
Juan Pablo II - 6750, Rosario
Santa Fe (S2010AMP)

Contacto: Rafael Grabois
grabois.rafael@proglobal.com
Teléfono: +54 9 4 - 544 544

Probadas marcas globales para *Limpieza, Preparación, Extracción, Lecitina, Refinado, Biodiesel y Glicerina*, con un equipo técnico local de extensa experiencia en la industria.





Caso Laminador

Laminador Myande *Sao Simao, GO (Goias), Brazil*

Este equipo ya está trabajando con excelente desempeño. Procesando 550 tpd con espesor de lámina por debajo de 0,35 mm en toda la tabla y un consumo menor a 5,5 kw/ton.

Sus principales componentes son de proveedores globales con matrices en occidente como por ejemplo rolos Balaguer, rodamientos SKF, correas y poleas Gates, reductores SEW, motores WEG o Siemens y equipamiento hidráulico Rexroth, asegurando una rápida provisión local ante cualquier imponderable. Su ingeniería y construcción fueron pensados para cuidar los mínimos detalles basados en el concepto TCO, para que nuestros clientes obtengan el mejor costo-beneficio del mercado.

Myande ha inaugurado su nueva fábrica de 80,000 m² con almacenes inteligentes, robótica y personal altamente capacitado, obteniendo mayor productividad para alcanzar así, precios competitivos. De esta forma, Myande se constituyó en líder global entregando 62 plantas llave en mano en los últimos 10 años, con un elevado nivel de satisfacción en

todos los clientes. Con el soporte y sinergia local de Proglobal, logramos estar cerca de cada uno de los usuarios.



Mediciones realizadas

Antes y después del start up del laminador, se realizaron varias mediciones en conjunto con el cliente. Esto nos permitió encontrar una significativa diferencia en el ROC del 0,3%. Monetizando estos valores, significa lo siguiente:

Planta de 1800 TPD de soja, produce 1350 TPD de harina. Una mejora del 0,3% en el ROC es igual a 4,05 TPD de aceite.

Aceite: 4,05 tons x U\$S 600 = U\$S 2,400

Harina: 4,05 tons x U\$S 300 = U\$S 1,200

Diferencia por día = U\$S 1,200

**Diferencia por año = U\$S 1,200 x 330 =
U\$S 396,000**

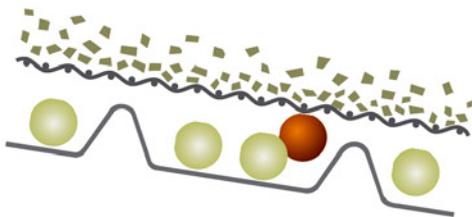
A esto se le debe sumar el ahorro energético de casi U\$S 30,000 al año por laminador.



ROTEX®
HIGH PERFORMANCE SCREENERS

Separación por tamaño

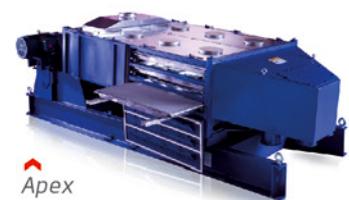
Rotex es un fabricante de equipos de separación en seco con más de 100 años de experiencia al servicio de las necesidades de las industrias de procesamiento en todo el mundo.



MOVIMIENTO GIRATORIO RECÍPROCO >
Rendimiento de separación en seco
de la más alta eficiencia



Rotex



Apex



Megatex XD

> ARGENTINA Headquarters

Juan Pablo II 6750 (S2010AMP) Rosario - Santa Fe - ARGENTINA.
Phone: + 54 (0) 341 4-544544 Fax: + 54 (0) 341 4-545050
Rafael Grabois grabois.rafael@proglobal.com

El presente informe contiene evaluaciones de commodities y temas comerciales realizadas por personal del USDA y declaraciones que no necesariamente pertenecen a la política oficial del gobierno de los EE.UU.

Aprobado por: M. Melinda Meador, Consultora Agrícola
Preparado por: Lazaro Sandoval, Agregado Agrícola
Fuente: GAIN (Global Agricultural Information Network)

ARGENTINA - ACTUALIZACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE OLEAGINOSAS EN LOS PERIODOS 2016/2017 & 2017/2018, Y LAS PROYECCIONES PARA EL PERÍODO 2018/2019

Aspectos destacados del informe

Para el período 2017/18, los efectos de la sequía continúan impactando los commodities de oleaginosas. Post redujo la producción de soja de dicho periodo a 36 millones de toneladas después de una evaluación adicional de los daños de la sequía y además la producción de girasol a 3,50 millones de toneladas. También se revisó a la baja la producción de maní 2017-18 a un valor de

792.000 toneladas, que representa la menor producción de maní de los últimos 10 años por efectos de la sequía.

Soja

2017/2018

A partir de fines del mes de junio, la cosecha de soja en Argentina se encontraba casi

finalizada con excepción de algunas zonas del sur de la provincia de Buenos Aires. La información obtenida del avance de la cosecha durante los últimos dos meses previos a la finalización de la misma, reflejó daños más severos producidos por la sequía que los esperados inicialmente mostrando una caída de 22 % en el rendimiento promedio nacional a un valor de 2,12 toneladas por hectárea. Solo algunas zonas en el norte de las provincias de Buenos Aires, sur de Santa

Soja

SOJA (Producción local) Inicio del año comercial en la República Argentina	2016/2017		2017/2018		2018/2019	
	Abril 2017		Abril 2018		Abril 2019	
	USDA Oficial	New Post	USDA Oficial	New Post	USDA Oficial	New Post
Superficie plantada	19200	19200	18700	18500	18700	19000
Superficie cosechada	18350	18500	16800	17000	18700	19000
Inventarios iniciales	12367	12367	19982	19157	11372	9057
Producción	57800	57500	37000	36000	56000	57500
Importaciones AC	2000	2565	3100	4500	1850	2000
Suministro total	72167	72432	60082	59657	69222	68557
Exportaciones AC	7250	7246	3150	3000	8000	7300
Molienda	41000	41029	40850	42000	45000	43000
Consumo doméstico uso alimenticio	0	0	0	0	0	0
Consumo doméstico uso forrajero	4600	5000	4710	5100	5000	5250
Total consumo doméstico	45600	46029	45560	47600	50000	48250
Inventarios finales	19317	19157	11372	9057	11222	13007
Distribución total	72167	72432	60082	59657	69222	68557

(1000 ha), (1000 Tm), (Tm/ha)

y este de Córdoba (conocidas como la zona núcleo) soportaron los efectos de la sequía para proporcionar niveles de rendimiento histórico promedio de 2,7 toneladas por hectárea, o levemente superiores. En base a estos datos, Post revisó la disminución de la producción y la redujo en 3 millones de toneladas con respecto a su estimación de 36 millones de toneladas del mes de abril. En general, la sequía llevó a una reducción de 37 % de la producción de 57 millones de toneladas estimada originalmente.

Argentina es el tercer mayor productor mundial de soja y el principal exportador de aceite y harina de soja motivado por una capacidad de molienda estimada de 67 millones de toneladas. En el mes de enero de 2016, el

gobierno argentino liberó las importaciones de soja para promover una mayor molienda en un momento en el cual el sector de procesamiento operaba en un 30 % por debajo de su capacidad. Como resultado, durante los últimos dos años, Argentina importó soja paraguaya (que generalmente presenta un mayor contenido de proteína) para apoyar los niveles de molienda y para incrementar el nivel de proteína de la harina de soja. Las importaciones de soja de enero-junio 2018 se ubicaron en 2,72 millones de toneladas, más del doble de las importaciones del año pasado para el mismo período.

Los suministros domésticos más reducidos del presente año llevaron a la Argentina a buscar suministros de otros proveedores,

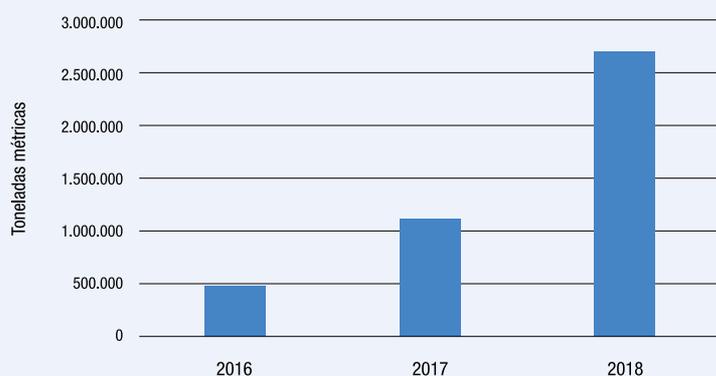
específicamente Brasil y los EE.UU. En el mes de abril de 2018, los exportadores privados de los EE.UU. informaron al USDA contratos de embarque que totalizaron 490.000 toneladas de soja destinados a la Argentina, para su entrega en los años comerciales 2017/18 y 2018/19 con la posibilidad de ventas de importación de hasta 1 millón de toneladas en un futuro cercano, dependiendo de las condiciones de mercado. Según un informe local, desde principios de agosto de 2018 y hasta la fecha, Argentina ha importado 29.310 toneladas de soja estadounidense¹. En base a la última información de las importaciones, parece evidente que las mismas continuarán creciendo rápidamente durante lo que resta del año. Como resultado, Post revisa al alza su estimación para las importaciones a un valor de hasta 4,5 millones de toneladas para el período 2017/18.

Por su parte las exportaciones de 2017/18 tienden a la baja en 3 millones de toneladas debido a la menor cantidad de suministros exportables. Como resultado, los inventarios finales también muestran tendencias a la baja, con una reducción a 9,06 millones de toneladas para el período 2017/18.

Girasol

Se espera que el girasol para el período 2018/19 se comience a plantar a partir de

Importaciones de soja de Argentina. Enero-Junio 2018



Girasol

GIRASOL (Producción local) Inicio del año comercial en la República Argentina	2016/2017		2017/2018		2018/2019	
	Marzo 2017		Marzo 2018		Marzo 2019	
	USDA Oficial	New Post	USDA Oficial	New Post	USDA Oficial	New Post
Superficie plantada	1820	1700	1670	1730	1750	1750
Superficie cosechada	1820	1630	1670	1700	1750	1750
Inventarios iniciales	896	596	1241	742	1106	547
Producción	3550	3350	3500	3500	3500	3470
Importaciones AC	0	0	0	0	0	0
Suministro total	4446	3946	4741	4292	4606	4017
Exportaciones AC	75	75	75	80	75	80
Molienda	3069	3069	3500	3600	3500	3450
Consumo doméstico uso alimenticio	0	0	0	0	0	0
Consumo doméstico uso forrajero	61	60	60	65	56	65
Total consumo doméstico	3130	3129	3560	3665	3556	3515
Inventarios finales	1241	742	1106	547	975	422
Distribución total	4446	3946	4741	4292	4606	4017
Rendimiento	1,95	2,06	2,1	2	2	1,98

(1000 ha), (1000 Tm), (Tm/ha)

¹ <https://news.agrofy.com.ar/noticia/176706/importaciones-soja-crecieron-265-durante-primer-semestre>



fin de agosto y durante septiembre. En base a las expectativas actuales, se espera que la superficie para girasol crezca constantemente a 1,75 millones de hectáreas a menos que la propagación de la enfermedad del moho veloso afecte negativamente la próxima cosecha, particularmente en las zonas de Buenos Aires y La Pampa. La Asociación Argentina de Girasol está trabajando con los productores para minimizar la propagación con mejores suelos y prácticas de gestión de cultivos. Algunas fuentes indican que la parte norte de Argentina, especialmente el norte de la provincia de Santa Fe y la región del NEA (Chaco, Formosa y el este de Santiago del Estero), exhiben un fuerte potencial para el crecimiento de la superficie por la creciente rentabilidad del cultivo, su fácil adaptación a la región y los mejores híbridos. En la actualidad dicha región representa 35 % de la superficie de cultivo destinada al girasol.

Post visualizó un marcado descenso de la producción en el periodo 2017/18, quedando el mismo en alrededor de 3,50 millones de toneladas en base a información actualizada sobre la producción.

Maní

La sequía del presente año resultó en la menor cosecha de maní de los últimos 10

años, con un valor de producción de 792.000 toneladas. Dicha estimación representa una reducción de casi 40 % de la producción de maní, con respecto a la estimación inicial de Post realizada al inicio de la temporada del año pasado.

La producción de maní se concentra en cuatro provincias: Córdoba (90 %), San Luis (6 %), La Pampa (3 %) y Buenos Aires (1 %). En general, los rendimientos promedio cayeron un 45 % situándose en 2,2 toneladas por hectárea. Los rendimientos positivos en las provincias de San Luis, La Pampa y Buenos Aires que promedian 2,7 toneladas por hectárea no pudieron superar los menores rendimientos en la provincia de Córdoba para atenuar las pérdidas de producción. Por su parte las precipitaciones durante los primeros días del mes de mayo complicaron la cosecha. Los productores también observaron que el clima volátil de la temporada, lo cual además llevó a la presencia de determinadas enfermedades en algunos lotes determinados, causadas específicamente por el *Thecaphora frezii*, y las aflatoxinas (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, y *A. nonius*)².

Material extraído del informe GAIN (Global Agricultural Information Network) del Servicio Agrícola Exterior del USDA de fecha 24-08-2018 y publicado con autorización de sus editores.

Maní						
MANÍ (Producción local) Inicio del año comercial en la República Argentina	2016/2017		2017/2018		2018/2019	
	Marzo 2017		Marzo 2018		Marzo 2019	
	USDA Oficial	New Post	USDA Oficial	New Post	USDA Oficial	New Post
Superficie plantada	325	357	360	360	330	360
Superficie cosechada	324	324	360	360	330	360
Inventarios iniciales	266	266	447	435	238	157
Producción	1288	1288	880	792	1070	1300
Importaciones AC	0	0	0	0	0	0
Suministro total	1554	1554	1327	1227	1308	1457
Exportaciones AC	741	741	740	710	740	780
Molienda	293	293	275	270	265	295
Consumo doméstico uso alimenticio	53	58	54	61	54	65
Consumo doméstico uso forrajero	20	27	20	29	20	36
Total consumo doméstico	366	378	349	360	339	396
Inventarios finales	447	435	238	157	229	281
Distribución total	1,554	1554	1,327	1227	1,308	1457
Rendimiento	3,98	3,98	2,44	2,2	3,24	3,61

(1000 ha), (1000 Tm), (Tm/ha)

² http://www.bccba.com.ar/images_db/noticias_archivos/4130-Descargar%20Informe%20.pdf#viewer.action=download

GREENLAB

30 años
PRECISIÓN Y
TRANSPARENCIA

Control de Calidad y Seguridad Alimentarias

-Análisis de Sustancias Indeseables

Micotoxinas
Metales pesados
Pesticidas
Hidrocarburos Totales, BTEX, PCB's, Dioxinas.

-Análisis de Microorganismos patógenos

-Factores Nutricionales: Vitaminas y Minerales

Perfil de ácidos Grasos, Tocoferoles, Colesterol, Fosfolípidos, Aminoácidos

-GMOs

-Implementación de sistemas de gestión de seguridad alimentaria (GMP, GMP+ FSA, HACCP)

Protección Ambiental para la Industria

-Asesoramiento ambiental

Estudios de Impacto Ambiental, Auditorías Ambientales ISO 14001.
Riesgo Ambiental
Categorización de Residuos (según Ley 24051 y provinciales)

-Laboratorio Ambiental

Análisis de residuos tóxicos: Pesticidas, HTC IR, BTEX, PCB's, PAH's.
Estudios de metales pesados por absorción atómica
Estudios cromatográficos GC /HPLC
Análisis de Aguas, Aire, Efluentes, Lodos, Suelos.

-Control de calidad de agua potable

Acreditaciones, Certificaciones y Membresías

- Laboratorio de ensayo acreditado por el OAA con acreditación N° LE 132
- El alcance de la acreditación ISO 17025 está descrito en F01-(DC-LE-01)
- Laboratorio acreditado ante GAFTA y FOSFA
- Laboratorio autorizado de la Red SENASA
- Miembro Experto de los Comites ISO de Calidad de Aceites, Subproductos y Granos
- Miembro de comités IRAM.
- Socio corporativo ASAGA
- Miembro de AOCS
- Miembro de ASAGIR



GREENLAB

www.greenlab.com.ar

Laboratorio central y oficina comercial
Bv. Rondeau 304 (S2013HEQ) Rosario, Santa Fe - Argentina

Tel/Fax +54 341 453 0990 / 453 1119 / 453 3113



Separadores de Cáscara

◀ Descascaradora de Impacto

▼ SC3000 Separadora de Cáscara de Girasol

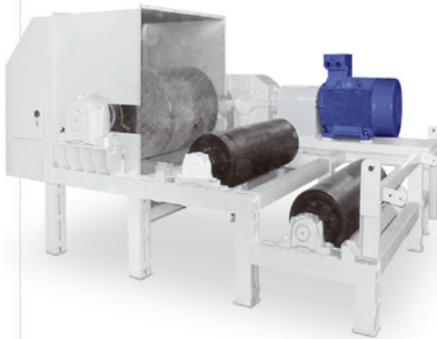


Simple ▶

◀ Doble

Multiaspiradores Neumáticos de Cascada

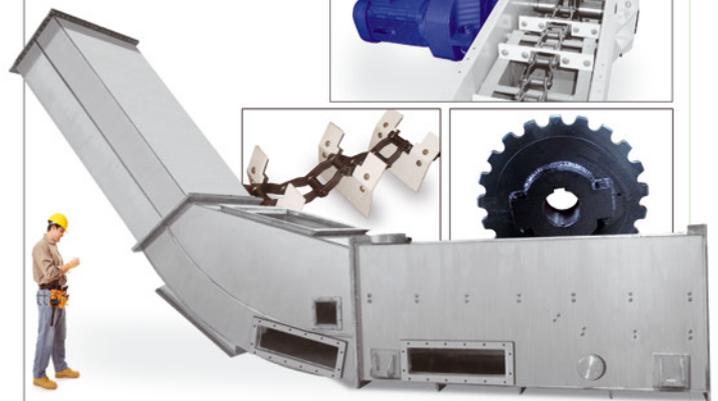
Transportes · Sistemas completos, cadenas, componentes y repuestos



▲ Cintas Transportadoras



Transportes a Cadena ▼



▼ Transportes Helicoidales



Elevadores a Cangilones ▼



Máquinas, equipos y sistemas
para el transporte, limpieza y
procesamiento de granos y semillas



Equipos para Limpieza



▲ Zaranda Plana
4G+2F-100T GF + Z

◀ Zaranda Plana
Línea TGF



**Nuevo
Desarrollo**



▲ Zaranda Plana - Línea T

▼ Equipo para Limpieza
de Granos FA-5-20



▼ Zaranda Orbital Lineal



▼ Criba Rotativa
Línea CR



▼ Criba Rotativa
Línea HCR



www.fabrimac.com.ar

Coordenadas GPS
34° 12' 24.6" S - 60° 43' 30.8" W

FABRIMAC S.A.

Av. Helguera 411 · 2705 · Rojas · Pcia. de Buenos Aires · Argentina
Tel. (+54 2475) 462680 / 464215
e-mail: contacto@fabrimac.com.ar

Latin America Update es una columna regular de INFORM que presenta información sobre grasas, aceites y materiales relacionados en esa región.

Autor: Leslie Kleiner
leslie.kleiner@roquette.com
Fuente: INFORM

ACUERDO DE LIBRE COMERCIO ENTRE UE-MERCOSUR

Siendo que en los días que transcurren, son muy populares los acuerdos comerciales en las noticias, tengo curiosidad por conocer los desarrollos recientes de un acuerdo comercial entre la UE y el MERCOSUR. Durante aproximadamente 20 años se han venido realizando negociaciones para lograr acuerdos comerciales entre ambas partes (relanzadas en el 2010, pausadas en 2012, y vueltas a lanzar nuevamente en 2016 [1]. Con los recientes cambios en el gobierno de Argentina (uno de los miembros fundadores de MERCOSUR) se revitalizaron las esperanzas puestas en concluir las negociaciones. Sin embargo, aunque los intentos por concluir las negociaciones a fines de 2017 fallaron, aún quedan en el aire numerosas cuestiones relacionadas con la conclusión de este acuerdo.

¿Qué es el Acuerdo de Libre Comercio del MERCOSUR?

El MERCOSUR fue fundado en 1991, y está compuesto por Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela (que se unió oficialmente en 2012). También en 2012 se firmó el Protocolo de Adhesión de Bolivia y el mismo se encuentra pendiente de ratificación por parte de todos los países miembros del MERCOSUR [1]. A partir de ahora, la UE cuenta con acuerdos bilaterales de asociación y cooperación con Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

¿Cuáles son los principales temas discutidos en las negociaciones para el acuerdo UE-MERCOSUR?

Algunos temas principales incluyen aranceles, norma de origen, barreras técnicas al comercio, medidas sanitarias y fitosanitarias, servicios, compras gubernamentales, propiedad intelectual, desarrollo sustentable, y empresas pequeñas y medianas [1]. Estos temas son de importancia porque la UE es el mayor socio comercial del MERCOSUR, representando 21,8 % del comercio total en el año 2016 [1]. Más recientemente, en 2017, el MERCOSUR despachó bienes a la UE por valor de 49 mil millones de dólares, mientras que la UE exportó bienes al MERCOSUR por valor de 50 mil millones de dólares.

¿Cuál es la percepción de este acuerdo tanto por parte del MERCOSUR como por la UE, respectivamente?

Según la Unidad de Inteligencia de la revista The Economist [2], el liderazgo del MERCOSUR entiende que el comercio con Europa debe ser más abierto; sin embargo, existen preocupaciones relacionadas con las consecuencias de hacerlo. Por ejemplo, el impacto de las reducciones arancelarias sobre la industria y el empleo doméstico es una de ellas. Igualmente, algunos países como Francia, Irlanda y Polonia también tienen puntos de vista proteccionistas a la luz de los productos agrícolas con precios competitivos que provendrían del MERCOSUR. Además, los puntos específicos como las exportaciones de carne y metanol del MERCOSUR también son una preocupación para la UE, que quiere añadir aranceles reducidos para estas exportaciones mientras que el MERCOSUR quiere mantener los aranceles a una tasa más alta.

¿Existe un nuevo vencimiento para la conclusión del acuerdo?

Con Brasil (el mayor miembro integrante del MERCOSUR) enfrentando elecciones presidenciales en el mes de octubre próximo, hay una ventana implícita para abordar este tratado antes de que se realicen las elecciones

presidenciales. Aunque la historia ha mostrado que la formalización del acuerdo puede tomar mucho tiempo, es bueno mantenerse esperanzado con respecto a que esto se pueda lograr en un futuro cercano.

Referencias:

- [1] European Commission Directorate-General for Trade. Retrieved on March 30th, 2018, from <http://ec.europa.eu/trade/policy/countries-and-regions/regions/mercosur/>.
- [2] "Mercosur and EU miss free-trade deadline, The Economist Intelligence Unit January 5th 2018, Retrieved on March 30th, 2018, from <http://www.eiu.com/industry/article/1666296350/mercosur-and-eumiss-free-trade-deadline/2018-01-05>

Latin America Update es una producción de Leslie Kleiner, Coordinadora de Proyecto de I+D sobre Aplicaciones para Confeitería en Roquette America, Geneva, Illinois, EE.UU., y editora contribuyente de INFORM. Puede ser contactada en: Leslie.Kleiner@roquette.com.

Material extraído de la edición de Junio 2018, volumen 29 (6) de la revista INFORM y publicado bajo la expresa autorización de los editores.

Empresa líder en almacenaje de granos y
construcciones industriales llave en mano



EMILIO LUQUE - Cruz Del Norte, Tucumán



VICENTÍN - Ricardone, Santa Fe

DREYFUS - Gral. Lagos, Santa Fe



BUNGE - Ramallo, Buenos Aires



Primera Empresa Argentina
en su rubro, certificada con
la norma ISO 9001



Única empresa argentina con
certificación AISC FABRICATOR



Instituto Latinoamericano del Hierro y el Acero
PRIMER PREMIO "ILFA" A LA EXCELENCIA
en la Categoría Construcción Civil e Industrial

MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS

Introducción

La mantenibilidad de un sistema es la probabilidad de que un equipo en falla sea restaurado completamente a su nivel operacional dentro de un tiempo dado, en tanto y en cuanto la acción de reparación sea realizada de acuerdo con procedimientos preestablecidos.

Mantenibilidad

La mantenibilidad está basada en la distribución normal de los tiempos de reparación, de modo que la distribución estadística quedara fijada por el tiempo medio de reparación y la desviación estándar.

De este modo, la mantenibilidad puede establecerse como el tiempo total bajo el que puede esperarse que se presentes ciertos y determinados porcentajes fijos de fallas.

De esta manera, entonces, y según esta definición, la mantenibilidad es:

$$M = 1 / \text{Tiempo medio de reparación}$$

La mantenibilidad se aplica a sistemas muy complejos, donde los tiempos de reparación pueden ser muy diferentes según la parte del equipo que presenta averías, y donde a veces no es posible disponer de todos los repuestos, o de recursos humanos específicamente entrenados. De este modo la mantenibilidad se define como el tiempo medio de reparación o tiempo de mantenimiento por hora de servicios (horas/hombre), bajo el que puede esperarse un porcentaje fijo de fallas.

Beneficios de la mantenibilidad

La mantenibilidad de un equipo incluye, por un lado, la capacidad que se posee para diagnosticar el fallo, pero también las posibilidades que tiene de ser reparado en el menor tiempo posible de acuerdo a su complejidad. La mantenibilidad no es una propiedad o característica que debemos tener en cuenta sólo para la ejecución de reparacio-

nes surgidas de averías imprevistas (Mantenimiento Correctivo), sino también para programar rutinas definidas en los Planes de Mantenimiento Preventivo.

A mayor complejidad técnica mayor es el tiempo de diagnóstico y menor el de reparación.

Suele suceder esto en la electrónica donde, generalmente, se insume mayor tiempo para diagnosticar las fallas para proceder a repararlas.

De esta manera, la efectividad del sistema de mantenimiento jugará un papel muy importante para el grado de mantenibilidad. Dentro del tiempo para realizar las tareas de reparación se debe considerar también el grado de dificultad en disponer de las piezas de recambio.

La política de gestión de repuestos asume, entonces, un rol preponderante. Una filosofía de diseño hoy utilizada, y que colabora ampliamente con la mantenibilidad y con la disponibilidad, es fabricar piezas como encastres, conectores, soportes, bridas, etc. que permitan una única manera de colocación o instalación. Esto garantiza que las piezas intercambiables se instalen de la forma correcta, mejorando así la curva de arranque del equipo y evitando los conocidos "fallos de puesta en marcha".

Factores principales de la mantenibilidad

Existen unos pocos factores que afectan directamente a la mantenibilidad, de forma que, si alguno de ellos no se satisface adecuadamente, ésta se resiente.

Los tres más significativos son:

- **Proceso de desarrollo:** la mantenibilidad debe formar parte integral del proceso de desarrollo del producto. Los problemas que surgen en muchas organizaciones de mantenimiento son de doble naturaleza: mejorar la mantenibilidad y convencer a

los responsables de que la mayor ganancia se obtendrá únicamente cuando la mantenibilidad esté incorporada intrínsecamente en los productos.

- **Documentación:** En múltiples ocasiones, ni la documentación ni las especificaciones de diseño están disponibles, y por tanto, los costos del mantenimiento se incrementan debido al tiempo requerido para que un mantenedor entienda el diseño del producto antes de poder comenzar a modificarlo. Las decisiones sobre la documentación que debe desarrollarse son muy importantes cuando la responsabilidad del mantenimiento de un sistema se va a transferir a una nueva organización.
- **Comprensión de Programas:** La causa básica de la mayor parte de los altos costos de un sistema de mantenimiento es la presencia de obstáculos a la comprensión humana de los programas y sistemas existentes. Estos obstáculos surgen de tres fuentes principales:
 - La información disponible es incomprendible, incorrecta o insuficiente.
 - La complejidad del producto, de la naturaleza de la aplicación o de ambos.
 - La confusión, mala interpretación u olvidos sobre el programa y/o sistema.

Parámetros básicos de la mantenibilidad

Se caracterizan por el tiempo promedio para reparar (TPPR)

$$\text{TPPR} = \text{Total horas inoperables} / \text{Número de acciones de mantenimiento}$$

La mantenibilidad está asociada al tiempo promedio para reparar (TPPR).

El TPPR está asociado al tiempo de duración efectiva de la reparación. Todo el tiempo restante, empleado en la espera de herramientas, repuestos y tiempos muertos, es retirado generalmente del TPPR. La suma de TPPR con los demás tiempos constituye

lo que normalmente es denominado como down-time.

Detalle de tiempos entre parada y retorno del equipo al servicio (Mantenibilidad)

To: Instante en que se verifica la falla

1: Tiempo para la localización del defecto

2: Tiempo para el diagnóstico

3: Tiempo para el desmontaje (acceso)

4: Tiempo para la remoción

5: Tiempo por espera de repuestos

6: Tiempo para la sustitución de la pieza

7: Tiempo para el remontaje

8: Tiempo para ajustes y pruebas

Tf: Retorno del equipo a la operación

La optimización de la Mantenibilidad se puede lograr a través de las siguientes consideraciones:

Requisitos cualitativos:

- Facilidad Acceso
- Modularidad
- Normalización
- Intercambiabilidad
- Maniobrabilidad
- Posibilidad de Ajustes
- Simplicidad de Operación
- Manejo y usos de Herramientas
- Visibilidad de las partes al Mantenimiento
- Piezas y componentes Estandarizadas.

Requisitos cuantitativos:

- Tiempo medio de intervenciones Predictivas, Preventivas y Correctivas.
- Tiempo máximo de trabajos típicos de Mantenimiento.
- Recursos de mantenimiento. (Por hora/hombre)
- Recursos Técnicos.
- Tiempos medio y máximo. Indisponibilidad.
- Tiempo de mantenimiento por cada nuevo producto
- Expectativa de consumo de componentes
- Calidad recomendada de repuestos en stocks
- Soporte Logístico

Distribución de probabilidades para el cálculo de la confiabilidad

El índice clave para la mantenibilidad es frecuentemente el tiempo medio entre repa-

raciones (MTTR) y es un límite para el tiempo máximo de reparación. Cualitativamente, este se refiere a la facilidad con que el hardware y el software son restablecidos a su estado de funcionamiento. Cuantitativamente este es una probabilidad y es medido con base en el tiempo de parada por mantenimiento, incluyendo todos los tiempos por: diagnóstico, problemas de "descarga", desarme, remoción/reemplazo, tiempo activo de reparación, pruebas de verificación para saber si la reparación ha sido adecuada, demoras por movimientos logísticos, y demoras administrativas de mantenimiento.

La mantenibilidad es frecuentemente expresada como:

$$\mu M(t) = 1 - \exp(-t/MTTR) = 1 - \exp(-\mu t)$$

Donde μ es un ratio constante de Mantenimiento y **MTTR** es el tiempo medio para reparar. **MTTR** es un promedio aritmético de qué tan rápido el sistema es reparado, y se visualiza más fácil que un valor de probabilidad.

Se debe notar que el criterio mostrado previamente, es frecuentemente expresado en tiempos de reparación exponenciales.

El resultado de la mantenibilidad es el logro de cortos tiempos de reparación para mantener una alta disponibilidad, de tal manera que sean minimizadas las paradas de los equipos productivos para el control de costos, cuando la disponibilidad es crítica.

Cálculo de predicción

Es necesario hacer hincapié en que las medidas de mantenibilidad se obtienen para una tarea de mantenimiento realizada en un sistema que ya existe y por lo tanto está en operación, esto es, según ensayos reales. Durante esta etapa del ciclo de vida del sistema, solamente es posible cuantificar las características de mantenibilidad, pero las oportunidades para una mejora considerable, se reducen prácticamente a cero.

La experiencia dice que las mejores oportunidades para lograr un impacto en las características de mantenibilidad se encuentran en la etapa de diseño. Por consiguiente, el reto más importante para los ingenieros de mantenibilidad es predecir rápida y precisa-

mente las medidas de mantenibilidad de la futura tarea de mantenimiento, en la etapa inicial de diseño, cuando es posible realizar cambios y modificaciones sin un coste adicional significativo. Esta es una tarea de predicción muy difícil, debido a la compleja interacción entre las secuencias de actividades en cada tarea y a las disposiciones para el reparto de los recursos de mantenimiento.

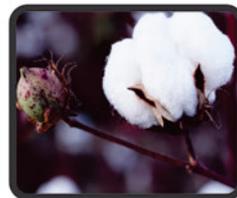
A, continuación se presenta una metodología para la predicción rápida y precisa, en la etapa de diseño, de las medidas de mantenibilidad, así como también de las tareas de mantenimiento de los futuros sistemas.

La estructura del diagrama de bloques

Una tarea particular de mantenimiento viene determinada principalmente por el diseño, aunque en algunos casos podría modificarse mediante la política de mantenimiento adoptada. El tiempo necesario para la finalización de cada actividad es irrelevante para el tamaño del bloque. Basándose en la secuencia en que se realizan las actividades, todas las tareas de mantenimiento podrían clasificarse y definirse, como:

- 1) Tarea de mantenimiento simultáneo:** representa un conjunto de actividades de mantenimiento mutuamente independientes, realizándose todas ellas concurrentemente.
- 2) Tarea de mantenimiento secuencial:** representa un conjunto de actividades de mantenimiento mutuamente dependientes, realizándose todas ellas en un orden predeterminado.
- 3) Tarea de mantenimiento combinado:** representa un conjunto de actividades de mantenimiento, algunas de las cuales se realizan en secuencia y algunas simultáneamente.

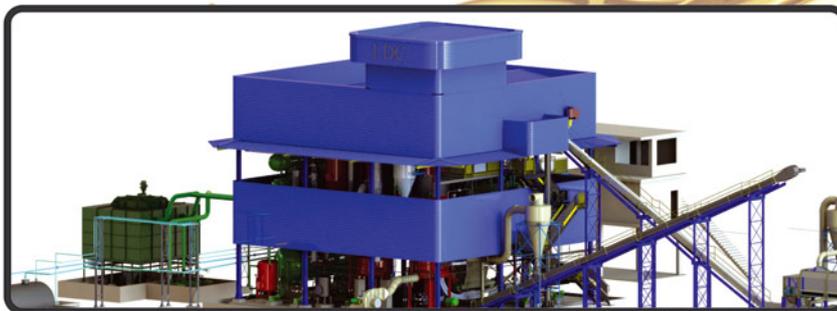
Mantenimiento simultáneo representa un conjunto de actividades de mantenimiento mutuamente independientes, realizándose todas ellas concurrentemente. La definición anterior describe completamente la relación entre las actividades componentes, y establece claramente que todas las actividades comienzan al mismo tiempo y se realizan de manera simultánea pero independientemente las unas de las otras.



EXTRACTION SCIENCE OILSEED



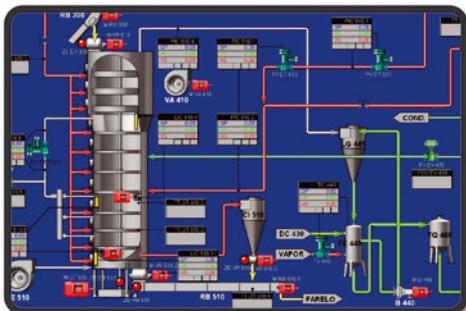
- ZERO EFFLUENT
- EFLUENTE CERO



- ASSEMBLY
- INSTALACIÓN / MONTAJE



- FIXED BOTTOM EXTRACTOR
- EXTRACTOR DE FONDO FIJO



- HIGH LEVEL OF AUTOMATION
- ALTO NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN



- ASSEMBLY
- INSTALACIÓN / MONTAJE

ADVANTAGES OF ALLIANCE EXTRACTION

- EASY OPERATION
- FACILIDAD DE OPERACIÓN
- MINIMUM STAFF REQUIREMENT
- REQUISITO MÍNIMO DE PERSONAL
- LOW COST OF UTILITIES
- BAJO CONSUMO DE UTILIDADES
- LOW COST OF MAINTENANCE
- BAJO CONSUMO DE MANTENIMIENTO
- SUITABILITY FOR ANY OILSEEDS PROCESSING
- ADECUACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE TODAS LAS SEMILLAS OLEAGINOSAS ESTÁNDARS
- SCIENCE OF OILSEED EXTRACTION
- TECNOLOGÍA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE VEGETALES
- ALLIANCE PROJECTS AND MANUFACTURES INDUSTRIAL UNITS THAT ARE COMPACT AND OBJECTIVE
- ALLIANCE PROYECTA Y FABRICA UNIDADES INDUSTRIALES COMPACTAS Y OBJETIVAS
- EXPANSION AND OPTIMIZATION OF EXISTING PLANTS
- AMPLIACIONES Y OPTIMIZACIONES DE PLANTAS EXISTENTES



PREPARATION SCIENCE

OILSEED

Terminal 6 S.A
12.000TPD



• FLAKERS
• MOLINO LAMINADOR



4000
TPD



• EXPANDER



• DRYER/ROTARY CONDITIONER
• SECADOR/ACONDICIONADOR ROTATIVO



• SCREENERS
• ZARANDAS



• PRESS SERIE BP
• PRENSA SERIE BP



• IMPACTOR MILL
• MOLINO IMPACTOR



• DEHULLING SYSTEM
• SEPARACIÓN DE CÁSCARAS

ADVANTAGES OF ALLIANCE PREPARATION

- PROCESSING WITH LOW OPERATING COSTS
- PROCESAMIENTO CON BAJO COSTO OPERACIONAL
- PLANT OPERATES 24 HOURS/DAY, 7 DAY/WEEK
- SU PLANTA OPERANDO 24 HORAS POR DÍA, 7 DÍAS POR SEMANA
- THE ALLIANCE TECHNOLOGY WILL CHANCE YOUR BUSINESS
- LA TECNOLOGÍA ALLIANCE VA A TRANSFORMAR SUS NEGOCIOS!

ARGENTINA

NRC Sistemas & Equipamentos
Santa Fe - Argentina
Tel./Fax: +54 342 4524452
www.nrc-sye.com.ar
E-mail: nrcardona@nrcardona.com.ar

EUROPA

Hosie Tech
Tel UK: +44 1202433959
Mob UK: +44 7596413207
E-mail: hosie.tech@alliance.ind.br

BRASIL

Alliance Ind. Mecânica Ltda
Av. Feodor Gurtovenco, 141
Distrito Industrial II
Ourinhos - SP - Cep. 19.913-520
Tel.: +55 14 3302.5815
E-mail: alliance@alliance.ind.br

VENEZUELA

Representações Lufran, C.A.
Tel.: +58212 235.02.16
Tel.: +58212 239.73.20
Fax.: +58212 235.91.68
E-mail: info@lufrance.com.ve

EL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

Consideraciones sobre la importancia que reviste

Este documento propone una metodología para la gestión energética en Plantas Industriales que contribuya a determinar con precisión el gasto energético y la forma de cuantificarlo, con la finalidad de recomendar medidas que contribuyan a lograr el objetivo de contribuir con el **ahorro energético**, así como la propuesta de un sistema interno de administración y control de todos los datos relacionados con la energía.

El presupuesto energético es un instrumento importante, constituye un plan de acción de control del gasto para un período futuro, sobre el uso de los recursos disponibles, acorde con las necesidades productivas. Este instrumento también sirve de ayuda para la determinación de metas que sean comparables a través del tiempo, coordinando así la demanda a la consecución de estas, evitando costos innecesarios y mala utilización de recursos. De igual manera, permite a la administración conocer el desenvolvimiento de la empresa en materia energética, por medio de la comparación de los hechos y cifras reales versus los hechos y cifras presupuestadas y/o proyectadas para poder tomar medidas que permitan corregir o mejorar la actuación organizacional.

La situación energética actual amenaza no sólo el crecimiento industrial, sino que además está afectando a la propia economía en su conjunto. Dentro de este contexto, nuestra agenda económica como empresarios e industriales vuelve a enfrentar los mismos desafíos y dudas históricas, en dónde se busca respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué hacer para ser más eficiente en la contratación de energía?
2. ¿Cómo proyectar el precio de mis consumos energéticos a mediano/ largo plazo?
3. ¿Cuánto gastan mis competidores?
4. ¿Cuál es mi posicionamiento en materia de consumo energético en la actualidad?
5. ¿Qué riesgos estoy asumiendo hoy y cómo debería estar en un futuro cercano?

En la actualidad, muchas empresas comienzan a verificar la importancia que tienen sus consumos y el costo energético en sus negocios. Es por ello que se debe reconocer que la energía tiene una incidencia importante en el sector productivo y en la conformación de los costos industriales. De esta manera, la necesidad de presupuestar adecuadamente la energía con visión de futuro es una necesidad imperiosa para el correcto manejo de la economía de la empresa.

La auditoría presupuestaria en el ámbito del consumo energético tiene como objetivo analizar la forma de cálculo de las facturaciones emitidas por el/los proveedores energéticos, tanto en el ámbito eléctrico como en el ámbito del gas natural.

La realización de auditorías tarifarias mensuales y la implantación de **modelos presupuestarios anticipados** de consumo de energía permiten determinar los parámetros fundamentales del consumo energético. Comparados estos, a través de un proceso de benchmarking, definirán claramente la posición de eficiencia del usuario evaluado.

Una descripción general del sistema a implementar sería:

- Creación de fichas de consumo y costo actualizadas.
- Determinación del gasto desglosado por conceptos comprobando los consumos de acuerdo a las fichas de costo confeccionadas.
- Modelo comparativo entre el presupuesta-

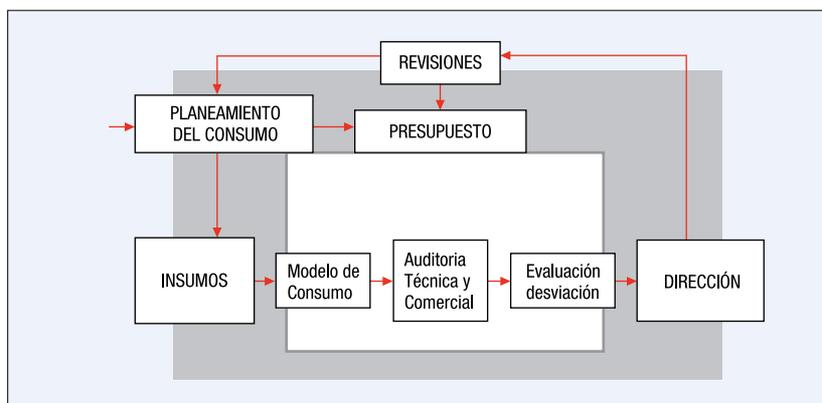
do proyectado y lo realmente efectivizado en el consumo mensual.

- Determinación de desviaciones.
- Realización de análisis periódicos y sistemáticos de las informaciones de costos, demandas, consumos y de las desviaciones, analizando causas y efectos.
- Registro de desviaciones y estrategias de corrección.

La realización del proceso vinculado al presupuesto energético constituye una interesante vía para incrementar la penetración de la eficiencia energética en ambientes industriales, de forma que el conocimiento del consumo energético asociado al gasto, permita detectar que factores están afectando al consumo de energía, identificando las posibilidades potenciales de ahorro energético que tienen a su alcance y analizando, la viabilidad económica de implantación de tales medidas.

Por lo tanto y en virtud de lo expuesto, un sistema de control administrativo del presupuesto energético va a contribuir a que la empresa fortalezca los procedimientos aplicados para administrar y ejercer ajustes en virtud a las desviaciones verificadas.

Alberto Rosandi. Para el desarrollo de la nota fueron consultadas numerosas fuentes de información pública y privada, entidades representativas del quehacer productivo y sectores específicos en el ámbito de la consultoría.





Entendemos su esfuerzo por lograr continuamente un producto de calidad y optimizar sus costos.

CONSTANCIA + CONFIANZA

Usted está preparado para cumplir con sus requerimientos de seguridad y calidad, a la vez que optimiza sus recursos y asegura la repetibilidad del proceso.

Mejore sus procesos con nuestro completo portafolio de instrumentos de medición:



Promag H 100:
El especialista en medición de flujo con un transmisor ultra compacto, diseñado para aplicaciones higiénicas.



iTHERM TrustSens TM37x:
El primer termómetro compacto del mundo con autocalibración incorporada redefine la calidad en procesos higiénicos.



Smartec e Indumax CLS54D:
Los sistemas de conductividad toroidal optimizan la limpieza y reducen la pérdida de producto.

Más información en:
www.ar.endress.com/alimentacion-bebidas

Endress+Hauser 
People for Process Automation

TRANSFERENCIA DE CALOR

Mecanismos de la transferencia de calor

Conducción

En una pared plana, sólida, el calor pasa de la sección de entrada a la temperatura t_1 , a la de salida, más fría, a la temperatura t_2 , según la ley de Fourier

$$q = \frac{kA(t_1 - t_2)}{x}$$

k: conductividad térmica, W/m·K

A: área de transferencia o de intercambio, m²

q: calor transferido, W

x: espesor de la pared, m

En una pared cilíndrica

$$q = \frac{k\pi r_m L(t_1 - t_2)}{x};$$

$$r_m = \frac{r_2 - r_1}{\ln(r_2/r_1)}$$

r_m : radio medio, m

Radiación

Es una emisión calórica, se rige por la ley de Stefan-Boltzmann

$$q = C_o A \left[e_1 \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - e_2 \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

q: calor irradiado, W

A: área de irradiación (la menor), m²

C_o : Constante de irradiación del cuerpo negro = 5,71 W/m²·K⁴ (4,92 kcal/h·m²·K⁴)

e_1 y e_2 : emisividades o grado de negro de las superficies emisora y receptora.

La emisividad e es la relación entre el calor emitido por el cuerpo emisor real y el calor emitido por el cuerpo negro ideal, para una misma temperatura. (Ver Tabla 1).

Ley de Kirchoff: Si un cuerpo se encuentra en equilibrio termodi-

námico con su entorno absorbe la misma cantidad de energía que emite: absorptividad = emisividad.

Convección

El calor se transmite por el movimiento del fluido de las zonas calientes a las más frías. Puede ser natural, por efecto de la disminución de la densidad (por dilatación, ej. aire sobre un caño caliente) o forzada, si el fluido se hace circular por bombeo.

Fórmula básica para la convección forzada dentro de tubos:

$$Nu = a \cdot Re^m \cdot Pr^{1/3} \cdot \Phi^{0,14}$$

$$Nu = \frac{hD}{k} \text{ Número de Nusselt}$$

$$Re = \frac{\rho uD}{\mu} = \frac{GD}{\mu} \text{ Número de Reynolds}$$

$$Pr = \frac{c\mu}{k} \text{ Número de Prandtl}$$

En flujo turbulento, $Re \geq 10000$

$a = 0,023$

$m = 0,8$ (Ecuación de Dittus- Böelter)

$$\Phi = \frac{\mu_w}{\mu_b} \text{ Relación de viscosidades de pared respecto de la masa fluyente.}$$

μ_b y μ_w : Viscosidades a la temperatura de la masa fluyente y de la pared, respectivamente, Pa·s

k: Conductividad térmica: W/m·K

h: Coeficiente laminar: W/m²·K

Para el agua (Schack): $h = 3383 u^{0,80}(1+0,014 t)$

En un anillo usar el diámetro equivalente D_e que se define:

$$D_e = 4 \frac{\text{Área de paso}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$D_e = D_2 - D_1 \text{ en tubos concéntricos}$$

Tabla 1

	Ladrillos refractarios	Ladrillos aislantes	Ladrillos comunes	Hierro oxidado	Hierro pulido	Aceros inox.	Vidrio	Agua	Aceite
e	0,9	0,6	0,93	0,75/0,85	0,30	0,1	0,94	0,96	0,82

En un mazo de tubos con flujo perpendicular, se aplica la misma ecuación que para interior de los tubos, pero con distintos exponentes a y b y el Re definido de la siguiente forma:

$$Re = G_{max} D_e / \mu$$

G_{max} no es el flujo transversal máximo en el casco, sino donde el diámetro es máximo:

$$G_{max} = \frac{w}{D b} \frac{P}{P - D}$$

$$D_e = 4(PY - \pi D^2 / 4) / \pi D \quad \text{con los tubos en arreglo triangular,}$$

$$D_e = \frac{4PY - \pi D^2}{\pi D}$$

El ángulo normal para el arreglo triangular es 60°,

P: Paso entre tubos.

Y: distancia entre filas.

$$Y = P \cos 30^\circ, \text{ siendo } \cos 30^\circ = 0,866$$

En arreglo cuadrado $P = Y$

Con $Re > 3000$; $m = 0,6$; siendo

$a = 0,33$ con arreglo triangular y

$a = 0,26$ con arreglo cuadrangular

Con Re 100 a 300; $m = 0,5$; siendo

$a = 0,695$ con arreglo triangular y

$a = 0,548$ con arreglo cuadrangular

Con Re 1 a 100; $m = 0,41$; siendo

$a = 1,086$ con arreglo triangular y

$a = 0,855$ con arreglo cuadrangular

Para arreglo triangular o cuadrangular rotado, multiplicar a por 0,9

En el interior de un tubo en régimen laminar, $Re < 2100$ y $Gz > 100$

Gz : Número de Graetz

$$Nu = 1,86 (Gz)^{1/3}$$

$$Gz = (Re \cdot Pr \cdot D / L)$$

Convección natural: Fuera de tubos o grupos de tubos

$$Nu = a (Gr \cdot Pr)^m = a X^m$$

Gr: Número de Grashof

$$Gr = \frac{D^3 \rho^2 \beta g \Delta t}{\mu^2} \quad (\text{en unidades SI})$$

β : Coeficiente de dilatación cúbica, m^3/K ;

Δt : temperatura de la pared – temperatura del fluido, K

g : aceleración de la gravedad, 9,81 m/s^2

Tubos horizontales:

$$X > 10^9 \quad a = 0,13 \quad m = 1/3;$$

$$10^4 < X < 10^9 \quad a = 0,53 \quad m = 1/4$$

$$X < 10^4 \quad a = 1,09 \quad m = 1/8$$

Tubos verticales: Reemplazar el diámetro D por el largo L en los números Nu y Gr

$$X > 10^9 \quad a = 0,13 \quad m = 1/3$$

$$10^4 < X < 10^9 \quad a = 0,59 \quad m = 1/4$$

$$X < 10^4 \quad a = 1,36 \quad m = 1/8$$

(Ver Tabla 2).

Líquidos calentados o enfriados en película descendente en tubos verticales:

Si $Re \geq 2100$

$$\frac{h}{\varphi} = 0,01 Re^{1/3} Pr^{1/3}$$

$$Re: \text{Número de Reynolds} \quad Re = \frac{4\tau}{\mu}$$

$$\tau: \text{flujo perimetral, kg/s-m} \quad \tau = \frac{w}{\pi DN}$$

$$Pr: \text{Número de Prandtl} \quad Pr = \left[\frac{c\mu}{k} \right]$$

$$\varphi = \left(\frac{k^3 \rho^2 g}{\mu} \right)^{1/3}$$

D: Diámetro interior de los tubos, m

N: Número de tubos

g : aceleración de la gravedad, 9,81 m/s^2

$$\text{Hay un mínimo caudal de regado: } \tau_{min} = 0,803 \left(\frac{\mu \rho}{g} \right)^{1/5} \sigma^{3/5}$$

$$\text{Espesor de la película (Nusselt): } B = \left(\frac{3\tau \mu}{g \rho^2} \right)^{1/3}$$

σ : Tensión superficial, N/m

Dato práctico: Tomar $\tau = 0,194$ kg/s-m (700 kg/h-m)

Tabla 2 - Pérdidas de calor de superficies al medio ambiente quieto, por radiación R, convección C y evaporación E, sumados, kW/m²

Superficie	ϵ	Forma de pérdida	Temperatura, °C							
			50	100	150	200	300	500	750	1000
Cuerpo negro	1	R	0,40	0,69	1,41	2,45	4,94	9,73	32,8	150
Acero al carbono	0,75	R+C	0,33	1,11	2,15	3,37	7,17	20,7	58,8	126
AISI 316	0,26	R+C	0,23	0,78	1,45	2,16	4,36	10,8	26,5	52,7
Horno aislado	0,60	R+C	0,30	1,01	1,94	3,00	6,31	18,6		
Agua caliente	0,95	R+E	1,42	11,5*						

* a 99°C

Con viento de 10 km/h, las pérdidas, excepto el cuerpo negro, se duplican.

Evaporadores de película descendente:

Para $Re < 1000$, usar la ecuación de Nusselt para condensación en película.

Para $Re > 1000$, las fórmulas de Nusselt dan valores de B menores de lo real y h mayores. Hay que aplicar las curvas de Dukler, Perry 6^o Ed. Fig.10.10 o Fig. 5.8, 8^a Ed.

Condensación en película (fórmulas de Nusselt)

Fuera de tubos
Tubos verticales

$$\frac{hL}{k} = 0,952 \left(\frac{L^3 \rho_L^2 g}{\mu_L \tau} \right)^{1/3}$$

$$\tau = \frac{w}{\pi DN}$$

w : vapor condensado, kg/s
 D : diámetro exterior de los tubos, m
 L : largo de los tubos, m.
 N : número de tubos del mazo.

Tubos horizontales

$$\frac{hD}{k} = \frac{0,76}{n^{1/4}} \left(\frac{D^3 \rho_L^2 g}{\mu_L \tau} \right)^{1/3}$$

$$\tau = \frac{w}{2NL}$$

n : número de tubos en columna.

La presencia de pequeñas cantidades de gases no condensables deteriora la transferencia de calor. Badger propone considerar su influencia agregando una resistencia más, como si fuera de ensuciamiento:

$$r_g = 4 \times 10^{-5} C$$

r_g : resistencia, $m^2 \cdot K/W$
 C : Concentración, % en masa

$$r_g = 6,4 \times 10^{-5} C$$

C : Concentración en % kmol

Destiladores de ebullición nucleada en mazos de tubos horizontales (Gilmour C.H.)

$$\left(\frac{h}{G c_L} \right) \left(\frac{c_L \mu_L}{k_L} \right)^{0,6} \left(\frac{\rho_L g \sigma}{p^2} \right)^{0,425} = \frac{\phi}{\left(\frac{GD}{\mu_L} \right)^{0,3}} \quad (\text{en unidades SI})$$

$$G = \frac{V}{A} \frac{\rho_L}{\rho_v};$$

Subíndices L: líquido, v: Vapor

Las expresiones entre paréntesis son números adimensionales. El 1^o:

n^o de Stanton, el 2^o n^o de Prandtl, el 3^o n^o de Presión y el 4^o n^o de Reynolds modificado. La ecuación es consistente. En unidades SI

- c_L : Calor específico del líquido, J/kg·K
- ρ_L y ρ_v : densidades del líquido y del vapor, kg/m³
- σ : Tensión superficial del líquido, N/m
- k_L : Conductividad del líquido, W/m·K
- μ_L : Viscosidad del líquido, Pa·s
- h : Coeficiente de transferencia de calor, W/m²·K
- g : Aceleración de la gravedad, 9,81 m/s²
- ρ : Densidad, kg/m³
- V : caudal másico de vapor, kg/s
- p : presión, Pa
- Φ : Factor de superficie: $\Phi = 10^{-3}$ para el acero al carbono y cobre;
 $\Phi = 5,9 \times 10^{-4}$ para acero inoxidable y
 $\Phi = 4 \times 10^{-4}$ para superficies pulidas.
- A : Área (exterior) de intercambio calórico, m²
- D : Diámetro exterior de los tubos, m
- G : Flujo másico de vapor, kg/s·m²
- p : Presión, Pa

Para el agua es simple y útil la ecuación de Fritz

$$h = 1,95 (Q/A) p^{0,24}$$

Q/A : Flujo calórico W/m²,
 p : Presión absoluta, bar

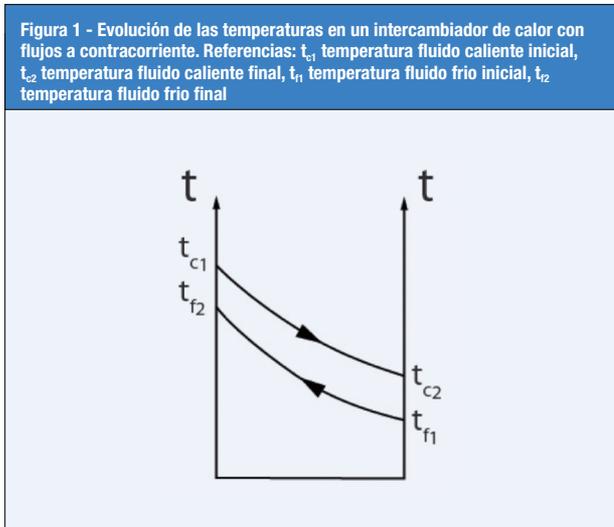
Intercambiadores de calor

Balance calórico:

$$w \cdot c (t_1 - t_2) = w' \cdot c' (t_2' - t_1')$$

En la expresión, las variables sin tilde se refieren al fluido caliente, las variables con tilde al fluido frío.

w : Caudal másico, kg/s
 t : Temperatura, °C.
 c : Calor específico, J/kg·K



Diferencia media de temperatura

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_c - \Delta t_f}{\ln(\Delta t_c / \Delta t_f)}$$

Δt_c : Diferencia de temperatura caliente

Δt_f : Diferencia de temperatura fría

En un intercambiador de calor de varios pasos, puede haber cruce de temperaturas si t_{p2} es mayor que t_{c2} , por lo cual el Δt medio calculado debe ser corregido multiplicando por un factor F menor que uno. En un intercambiador en contra corriente pura el factor es igual a la unidad, pero en uno de 2 o más pasos puede ser menor que 1:

Factor de corrección de Δt_m :

$$F = \frac{\frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R + 1} \ln \frac{1 - S}{1 - SR}}{\ln \frac{2 - S \left(R + 1 - \sqrt{R^2 + 1} \right)}{2 - S \left(R + 1 + \sqrt{R^2 + 1} \right)}}$$

$$R = \frac{t_1 - t_2}{t' - t_1}$$

si $w \cdot c' < w \cdot c$

$$R = \frac{t_2 - t_1'}{t_1 - t_2}$$

si $w \cdot c' < w \cdot c$

$$S = \frac{t_2 - t_1'}{t_1 - t_1'}$$

si $w \cdot c' < w \cdot c$

$$S = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_1'}$$

si $w \cdot c < w' \cdot c'$

Si $R = 1$

$$F = \frac{S \sqrt{2}}{(1 - S) \ln \frac{2 - S(2 - \sqrt{2})}{2 - S(2 + \sqrt{2})}}$$

Calor transferido:

$$Q = U A \Delta t_m$$

A: Área exterior de los tubos, m²

U: Coeficiente total de transferencia calórica W/m²·K

U está formado por los coeficientes laminares de los fluidos del lado casco y del lado tubos, el término correspondiente a la pared metálica y las resistencias de ensuciamiento.

Habitualmente, este coeficiente se refiere al diámetro exterior:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + r_c + \frac{x}{k} \frac{D_e}{D_m} + \frac{1}{h_i} \frac{D_e}{D_i} + r_1$$

La inversa de U y de h_e o h_i , se denominan resistencias térmicas, total, o laminares.

R_e y r_1 , m²·K/W, son las resistencias de ensuciamiento.

x: Espesor de la pared, m

D_m : diámetro medio del tubo. Con tubos finos usar la media aritmética. Con tubos muy gruesos, usar la media logarítmica.

Algunos valores de resistencias de ensuciamiento; m²·K/W: Ver también el TEMA. Sección 10.

Vapor: $8,8 \times 10^{-5}$

Aire: $1,76 \times 10^{-4}$

Gas natural: $8,8 \times 10^{-4}$

Amoniaco, vapor: $1,76 \times 10^{-4}$

Vapores refrigerantes: $3,53 \times 10^{-4}$

Agua de torre tratada: $1,76 \times 10^{-4}$

Agua dura y de torre no tratada: $5,3 \times 10^{-4}$

Glicoles refrigerantes: $1,76 \times 10^{-4}$

Fuel-oil: $1,05 \times 10^{-3}$

Aceites lubricantes, nafta, kerosene: $1,76 \times 10^{-4}$

Gas-oil: $4,4 \times 10^{-4}$

Aceites vegetales: $5,3 \times 10^{-4}$

Aceite térmico: $3,55 \times 10^{-4}$

Número de tubos que caben en un casco:

$$N = C \left(\frac{D}{P} \right)^2$$

D: Diámetro útil del casco:

P = Paso entre tubos

C= 0,86 con arreglo triangular y 0,75 con arreglo cuadrado

Con 2 pasos descontar una fila y con 4 pasos 3 filas

El diámetro útil es 10 mm menor al interior con cabezales fijos y 25 mm con flotante.

Las corrientes se indican: del lado casco (LC) y del lado tubos (LT)

Cuando la velocidad en los tubos es menor de 1 a 1,5 m/s la solución es aumentar el número de pasos. Dos pasos es estándar y para ello es necesario una placa divisoria en el cabezal de entrada o canal (channel) de líquido. A veces no alcanza y se disponen 4 pasos, con dos placas divisorias en el cabezal de entrada.

En el casco del tipo M, se disponen diafragmas colocados a una distancia adecuada para tener un flujo transversal suficiente y lograr un h alto. La distancia no debe ser mayor que el diámetro del casco y no menor a 1/4. La ventana superior o inferior puede variar entre el 25 % en los intercambiadores líquido-líquido y un 50 % en los condensadores, donde se usa ponerla vertical para un mejorar el h.

Para el casco J, útil para disminuir el flujo transversal y la pérdida de carga, valen las indicaciones del casco M.

En el caso X, se renuncia a usar todo el casco, queda 1/4 a 1/3 libre arriba y por ello, es muy útil para grandes condensadores donde debe bajarse la pérdida de carga al mínimo, como los condensadores de turbina y también para vacíos considerables. El vapor entra por el medio, va hacia las puntas y baja uniformemente, no hay "cross baffles", sólo placas soportes para los tubos.

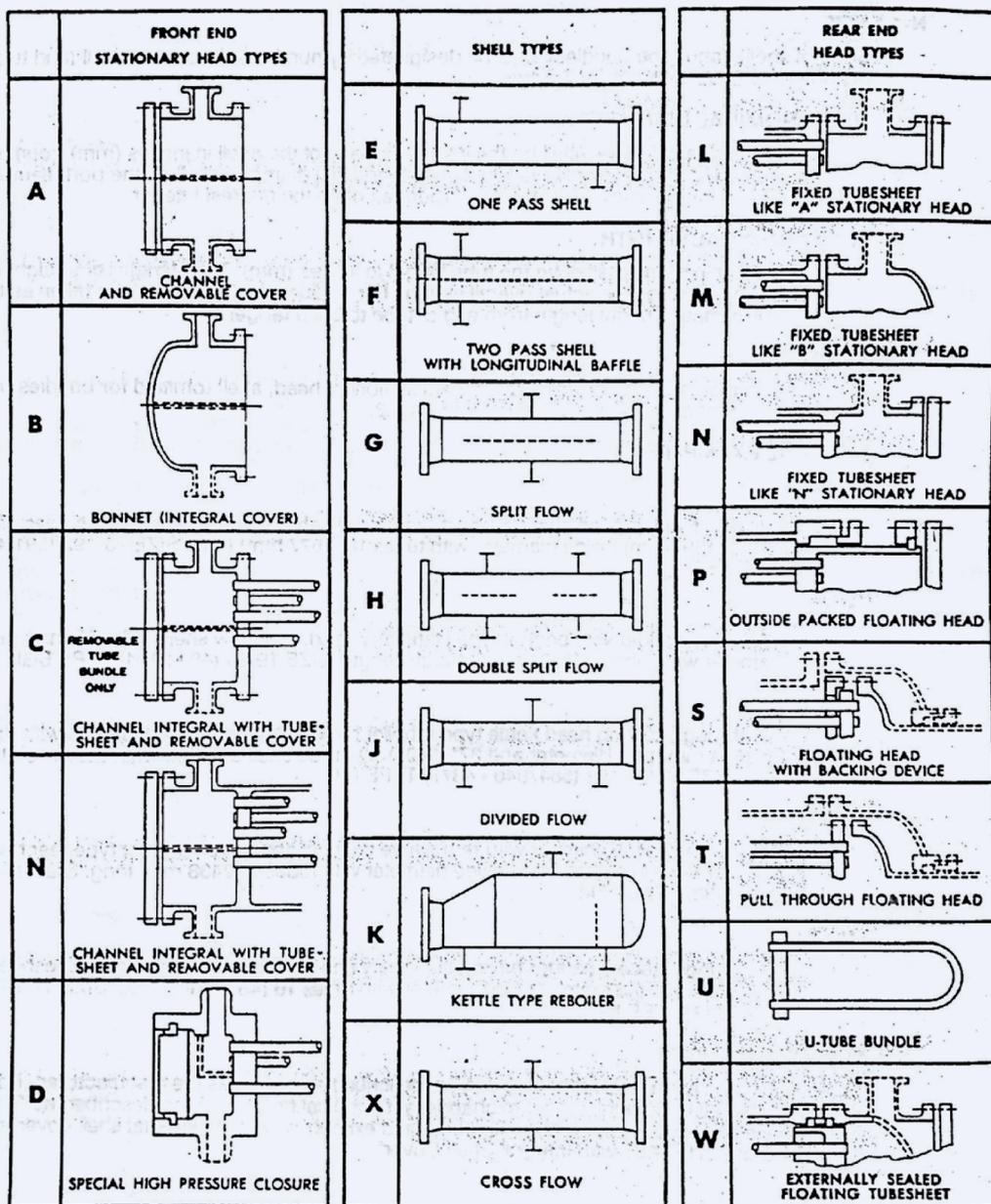
Los grandes condensadores con casco X, tienen un baffle longitudinal inclinado (pueden ser dos, uno por lado) donde entra el agua fría, que cubre unos pocos tubos afectados a enfriar el aire.

El intercambiador, tipo horquilla, "hair pin", muy indicado para caudales bajos y también para altas presiones es lo más parecido al

intercambiador contra-corriente, es una versión mejorada del intercambiador doble tubo primitivo.

En la industria aceitera se llegó a la conclusión que el intercambio de calor del aceite desodorizado y el aceite crudo, debe hacerse al vacío por encima de 150 °C. También por cierto la calefacción final con aceite térmico. Para ello se emplea un casco con fondo longitudinal plano, de forma de un zapato de un gigante. El fondo plano va dividido en canales en zig-zag, por donde circula el aceite desodorizado que se quiere enfriar y en ellos van varias capas de tubos por donde circula el aceite crudo que se quiere calentar. De esa forma trabaja en contracorriente y se pueden acercar las dos temperaturas extremas.

Figura 2 - Distintos tipos de cabezales y cascos según el manual TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association)



Ventajas y desventajas de distintos arreglos, tipos de casco y cabezales

- a) El arreglo triangular de los tubos es el más compacto y da un alto coeficiente laminar, pero a costa de una mayor pérdida de carga en el casco y dificultad de limpieza. El cuadrangular es el que tiene menor pérdida y mayor facilidad de limpieza mecánica.
- b) El cabezal B es el más barato pero se requiere desarmar las conexiones para poder inspeccionar la placa y probar o reparar los tubos. En el cabezal A, ello es posible.
- c) Placas fijas y casco M. Es la solución más barata, pero limitada a los casos en que la diferente dilatación del casco y de los tubos es pequeña, por ejemplo en condensadores de sistemas de vacío, y cuando no es necesario limpiar el mazo o reparar los baffles.
- d) Tubos en "U": Permite la dilatación de los tubos y el mazo es extraíble, pero sólo es posible reemplazar los tubos de la periferia y es dificultosa su limpieza interna.
- e) El intercambiador de cabezal flotante es el más caro, pero permite que los tubos se dilaten libremente, es extraíble, se puede cambiar cualquier tubo y es fácil de limpiar.
- f) El intercambiador *hair pin*, de doble tubos en "U", puede ser de tubos fijos o extraíbles y puede trabajar a altas presiones sin mayor encarecimiento. Es modular y versátil y muchas veces, la única solución posible. Cuesta más que los otros.
- g) Los cascos J y X permiten reducir mucho la velocidad de los vapores y la pérdida de carga. Son la única solución en grandes condensadores a vacíos medios (1 a 100 Torr)
- h) El casco K se usa en evaporadores y alambiques.

flujo transversal: 1 diámetro. El corte, va de 25 a 45 % del diámetro según se privilegie la transferencia de calor o la pérdida de carga.

- 5) Con bajas diferencias de temperatura, como en el condensador de un evaporador, los cabezales pueden ser fijos, a menos que se requiera la inspección del mazo. Con altas diferencias usar una junta de expansión, tubos en "U" o cabezal flotante.
- 6) En los condensadores, lo óptimo es mandar el vapor al casco y el agua a los tubos. Excepción: el condensador de un sistema de vacío limpio que requiere lavar los gases. Cuando la pérdida de carga es crucial, por ejemplo en un sistema de vacío, donde no debe superar el 5 % de la presión del vapor, sucesivamente y en orden creciente de eficacia optar por:
 - Aumentar la distancia entre tubos
 - Cambiar el arreglo triangular por triangular rotado, o cuadrangular
 - Adoptar un casco J y, si no alcanza, el casco X.
 - Poner el condensador integrado al evaporador, es decir: un destilador molecular.
- 7) Los tubos se mandrilan a la placa fija (descartar punzonado). Los agujeros pueden ser lisos, 0,3 mm mayores que los tubos o lisos y con 2 ranuras de 0,4 x 3 mm para presiones mayores a 20 barg o según exigencia del servicio.
- 8) Los apoyos pueden ser de acero al carbono, pero con cunas del material del casco. Uno de ellos debe ser deslizable.
- 9) Si el mazo es extraíble, prever agujeros roscados de tiro en la placa fija
- 10) Si los tubos y los cabezales tienen potenciales eléctricos diferentes, latón y acero, por ejemplo, poner ánodos de sacrificio de zinc o magnesio en el cabezal fijo. Una opción es pintar interiormente los cabezales con pintura epoxi.

Recomendaciones para el diseño de intercambiadores de calor

- 1) Cuando ambos caudales son bajos, en régimen laminar e intermedio y deben circular en contracorriente, sin cruces, utilizar un intercambiador *hair pin* (doble tubo). Es la opción que requiere menor superficie de intercambio
- 2) En un intercambiador de casco y tubos, cuando uno de los fluidos está en régimen laminar e intermedio, es conveniente hacerlo circular por el casco, donde su coeficiente laminar será mucho mayor que dentro de los tubos.
- 3) La mínima velocidad dentro de los tubos que asegura una distribución uniforme en el mazo, es 1 m/s. La óptima, para conciliar alta transferencia térmica con una pérdida de carga aceptable: 1,5 a 2 m/s y la máxima 3. Si hay peligro de erosión, bajar a: 2,5 m/s. La velocidad adecuada se consigue con tubos chicos (De 19 mm o máximo 25 mm) y con un adecuado número de pasos, que, como máximo, puede llegar a 8, normal 2 o 4.
- 4) Los largos estándar del casco son 3; 4; 5 y 6 m, pero no debe superar 10 diámetros del casco y la distancia entre baffles, para un buen

Condensadores

Cuando se trata de vapor puro que llega saturado, no hay ninguna confusión, y la diferencia media de temperatura es la de saturación del vapor menos la media del líquido refrigerante. Si contiene un gas no condensable, estamos en el caso especial de un enfriador-condensador (Ver, a manera introductoria, nuestro "Manual técnico del vacío" y el artículo en A&G 98, tomo 25, Vol 1, 2015, página 69 y siguientes).

Si el vapor es sobrecalentado, no es verdad que hay que dividir el aparato en dos partes, una para desobrecalentar y otra para condensar. Si se forma una película en la pared fría, las moléculas de vapor se zambullen en ella, esté o no sobrecalentado el vapor. Lo único que se necesita es que la superficie metálica se encuentre por debajo de la temperatura de saturación del vapor, t_s .

Para el cálculo de t_w , si t_1 es la temperatura del vapor y t_2 la del agua, tenemos dos ecuaciones: Si el vapor, si se comportara como un gas, entre él y la pared metálica:

$$Q = h_d (t_1 - t_w); \text{ y para el total}$$

$$Q = U_d A (t_1 - t'_2)$$

t'_2 : Temperatura de salida del agua.

Igualando y despejando t_w

$$t_w = \frac{h_d t_1 - U_d (t_1 - t'_2)}{h_d}$$

el subíndice d indica seco (dry)

si $t_w < t_s$, no hay zona de sobrecalentamiento seco, sólo condensación pelicular, y la temperatura del vapor para calcular el área del condensador es la de saturación.

si $t_w > t_s$, hay zona de sobrecalentamiento seco y la temperatura del vapor para calcular el área de sobrecalentamiento es la real.

¿Hasta dónde llega el sobrecalentamiento seco, o "metálico"?

Hasta que el vapor se enfría a la temperatura t_1 que resulta de hacer $t_s = t_w$ en la última ecuación, que llamaremos t_{id} para no confundirla con t_1 inicial.

El vapor tiene que estar muy sobrecalentado para que exista una zona de sobrecalentamiento y normalmente no la hay con poco o moderado recalentamiento. Un valor indicativo de h_d es 400 a 450 W/m²·K.

En condensadores al vacío, donde la pérdida de carga es crucial, normalmente no debe superar el 5 % de la presión de operación y el casco más indicado es el X, pues el número de filas cruzadas es el mínimo. En un casco B, es conveniente el flujo horizontal, que arrastre el condensado hacia las paredes. Con flujo vertical, en el segundo cruce del mazo, el vapor va en dirección contraria al condensado que cae y crea una resistencia que retarda su escurrimiento, que no es bueno para la transferencia del calor.

En grandes condensadores no se puede pretender que todo el mazo sea compacto. A más del "plenum" superior, propio del casco X, el indicado, hay que garantizar vías de penetración al vapor, una central o más, y placas colectores intermedias de condensado, para que no disminuya el coeficiente de transferencia calórica por haber muchas filas verticales superpuestas.

La pérdida de carga

Es sabido que aumentando la velocidad se aumenta el coeficiente laminar de transferencia calórica, pero el exponente del número de Reynolds es 0,8 y en la caída de presión, ésta aumenta con la velocidad al cuadrado. Las posibilidades de mejorar los h aumentando la velocidad son limitados.

El recurso de aumentar el número de pasos es válido, pero una parte de la mejora se pierde por cierto cruce en las temperaturas, como habíamos visto.

La pérdida de carga dentro de tubos es la que arroja la ecuación de Fanning, a eso hay que sumar la que se produce por la desacelera-

ción y la aceleración, en los cabezales se puede estimar aproximadamente igual a "una cabeza" por paso:

$$\Delta p = 2f\rho u^2 \frac{L}{d} + n\rho \frac{u^2}{2}$$

Δp : Pérdida de carga, Pa

f : Factor de fricción, 0,05 para tubos lisos, 0,1 para rugosos (ver curvas en Perry)

ρ : Densidad, kg/m³

u : Velocidad, m/s

L : Longitud total de los tubos, m

d : Diámetro interior de los tubos, m

n : Número de pasos

Fuera de tubos, con flujo transversal, como es lo habitual en el casco:

$$\Delta p = 2f N \frac{G_{\max}^2}{\rho}$$

$$f = \frac{b}{Re^{1/3}}$$

Valores de b :

$b = 0,75$ para arreglo triangular

$b = 0,33$ para arreglo cuadrangular

$b = 0,54$ para arreglo triangular rotado

$b = 0,44$ para arreglo cuadrangular rotado

G_{\max} : Flujo en el diámetro máximo, ya definido anteriormente, kg/s · m²

f : Factor de fricción.

N : Número de filas de tubos que son atravesadas por el flujo.

Cuando hay varios diafragmas (baffles) N es el número total de filas cruzadas, las que se recorren hacia abajo y las que se recorren hacia arriba.

En condensadores, la pérdida de carga se calcula con la fórmula anterior, pero sin el factor 2.

Esta pérdida de carga es muy importante en condensadores de sistemas de vacío, que, por esa causa, se diseñan con un paso entre tubos mayor que el mínimo admisible. Un criterio general aconseja limitarla a solo el 5 % de la presión de operación.

Además, en grandes condensadores, como los de turbinas con gran cantidad de tubos, se da al vapor una o varias vías de penetración que dividen al mazo. Un error común, garrafal por cierto, es no ponerlos y darle a tubos de 19 mm de diámetro exterior un paso de 23,8 mm.

Diseño mecánico y Construcción

Para la parte mecánica hay normas muy conocidas, la más aplicada es la de TEMA, ya citada en los gráficos. También hay un manual similar en las British Standards. Para condensadores de sistemas de vacío, grandes condensadores de turbinas, recuperadores de calor y calentadores de agua para alimentación de calderas se aplican las normas HEI, Heat Exchange Institute, que también cubre buena parte del diseño térmico.

La ineficiencia es su enemigo.



Derrótelas.

Minimice el tiempo de parada con equipos diseñados para durar.

Libere el poder de la confiabilidad cuando se asocia con Crown. Como líder mundial en soluciones de procesamiento de semillas oleaginosas, nuestros equipos están respaldados por tecnología probada, diseño superior y más de un siglo de experiencia en ingeniería. Crown lo ayuda a minimizar el tiempo de parada y a superar las ineficiencias, lo que le permitirá cumplir con los compromisos con sus clientes de forma consistente, con más confianza y control.

Es hora de llevar su operación al éxito. Crown le muestra cómo hacerlo.



Póngase en contacto con Crown hoy **54-341-459-6966** o visite nuestro sitio **www.crowniron.com**



Optimize su planta con nuestras innovaciones.

SISTEMA CERO EFLUENTES (ZED)

- El retorno de condensado a caldera se incrementa de un 40% a un 80% del consumo total de vapor de la planta de extracción, reduciendo de esta forma el consumo de energía que lleva el precalentado de agua de caldera.
- Reduce los costos de tratamiento químico de agua de caldera.
- Elimina la mayoría de los costos por disposición final de agua a efluentes.
- Simplifica el proceso de obtención de permisos debido a la eliminación de una gran fuente de efluentes.
- Suministra el 75-100% del vapor directo necesario en la operación de un Desolventizador-Tostador típico.
- El vapor sobrecalentado suministrado por el Sistema ZED puede mejorar el secado de material, reducir pérdidas de solvente e incrementar la proteína digerible en el producto.
- Habilidad de incorporar otras fuentes de agua de efluentes adicionales al ZED para su reutilización.



DOUBLE SHELL PACKED COLUMN (DSPC)

El diseño de Crown es aplicable a la des-acidificación de materias primas para la producción de biodiesel o con bandejas de retención para la desodorización de aceites comestibles.

- Capaz de procesar una amplia variedad de materias primas obteniendo la misma calidad final que exceden los estándares de la industria.
- El diseño de empaquetadura interna incrementa la superficie del aceite para maximizar la transferencia de masa de volátiles comparado con el solo uso de bandejas de retención.
- La doble carcaza protege el relleno de filtraciones de aire para asegurar un mejor tiempo de operación.
- Menor presión en las bandejas de retención permite la utilización de un sistema de vacío más pequeño resultando en un ahorro considerable de costos de capital.
- Reducciones en tamaño del scrubber y el sistema de manejo de aire se combinan para reducir un promedio del 15% del desembolso de capital.
- La utilización de intercambiadores externos por sobre los radiadores internos resulta en hasta un 10% de incremento de eficiencia.
- Diseñado para minimizar el tiempo de paradas de emergencia y programadas hasta en 7 días por año.
- DSPC promedia un 10% de reducción de consumos anual.
- El impacto neto de los ahorros operativos alcanza un 10% del costo de capital por al menos 5 años luego de su instalación.



**Comprometidos
con ustedes.**

Bühler tiene una amplia red de asistencia técnica y de atención post-venta en el país, con especialización en mantenimiento de equipamientos para la industria de alimentos balanceados, crushing de soja y molienda de trigo. Algunos de nuestros servicios: Actualización de máquinas (retrofits), Reparaciones, Consultoría, Entrenamiento/cursos, Mantenimiento, Repuestos.

Oficinas Comerciales:

Teléfono: +54 (11) 4733 2600
buhler.buenosaires@buhlergroup.com

Estación de Servicio General Pacheco:

Teléfono: +54 (11) 4733 2600

Estación de Servicio Rosario:

Teléfono: +54 (341) 317 7600
estaciondeservicio.rosario@buhlergroup.com

www.buhlergroup.com



Innovations for a **better** world.

BUHLER

OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL DE LAS PRINCIPALES SEMILLAS OLEAGINOSAS

Variable	Tipo de grano	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19 (Sep)	Part. Relativa
		En millones de toneladas					
PRODUCCIÓN	Copra	5,42	5,32	5,51	5,73	5,83	1%
	Algodón	44,36	35,78	39,09	45,05	44,85	7%
	Palmiste	16,57	15,96	17,36	18,45	19,21	3%
	Maní	42,13	41,71	44,86	45,56	43,93	7%
	Colza	71,29	69,81	71,33	74,55	71,70	12%
	Soja	319,96	315,58	348,12	336,82	369,32	61%
	Girasol	39,19	40,54	47,97	47,46	49,83	8%
	Total	538,91	524,69	574,23	573,63	604,67	
IMPORTACIONES	Copra	0,10	0,13	0,11	0,12	0,10	0%
	Algodón	0,68	0,68	0,97	0,94	0,88	0%
	Palmiste	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0%
	Maní	2,52	3,31	3,12	3,19	3,29	2%
	Colza	14,32	14,42	15,66	15,43	16,91	10%
	Soja	124,36	133,33	144,35	151,86	154,12	87%
	Girasol	1,56	1,87	2,17	2,13	2,04	1%
	Total	143,60	153,79	166,44	173,74	177,41	
EXPORTACIONES	Copra	0,11	0,13	0,14	0,13	0,14	0%
	Algodón	0,72	0,71	0,88	0,98	0,91	1%
	Palmiste	0,04	0,04	0,08	0,05	0,05	0%
	Maní	3,33	3,54	3,74	3,68	3,63	2%
	Colza	15,11	14,35	15,80	16,35	17,46	10%
	Soja	126,21	132,52	147,36	153,62	156,90	86%
	Girasol	1,66	2,01	2,44	2,50	2,31	1%
	Total	147,17	153,30	170,44	177,30	181,40	
INDUSTRIALIZACIÓN	Copra	5,38	5,30	5,45	5,70	5,78	1%
	Algodón	33,79	28,37	29,17	34,02	34,86	7%
	Palmiste	16,51	15,88	17,22	18,33	19,10	4%
	Maní	16,81	16,93	18,34	18,62	18,20	4%
	Colza	67,40	67,82	69,05	69,09	68,72	14%
	Soja	264,73	274,99	287,20	293,69	308,20	62%
	Girasol	35,64	36,64	43,03	43,72	45,44	9%
	Total	440,26	445,93	469,47	483,16	500,30	
STOCK FINAL	Copra	0,10	0,08	0,07	0,08	0,07	0%
	Algodón	1,66	0,89	1,40	1,85	1,49	1%
	Palmiste	0,26	0,24	0,24	0,27	0,28	0%
	Maní	4,23	3,55	3,55	3,65	2,76	2%
	Colza	7,55	6,65	5,60	6,80	6,04	5%
	Soja	77,96	80,42	96,68	94,74	108,26	89%
	Girasol	2,90	2,65	3,37	2,84	2,93	2%
	Total	94,66	94,48	110,91	110,21	121,83	

Fuente: US Department of Agriculture (USDA).

OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL DE LOS PRINCIPALES ACEITES VEGETALES

Variable	Tipo de aceite	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19 (Sep)	Part. Relativa
		En millones de toneladas					
PRODUCCIÓN	Coco	3,37	3,32	3,39	3,54	3,60	2%
	Algodón	5,12	4,29	4,41	5,15	5,29	3%
	Oliva	2,40	3,13	2,48	3,27	3,15	2%
	Palma	61,75	58,89	65,26	69,60	72,76	36%
	Palmiste	7,32	7,00	7,63	8,11	8,41	4%
	Maní	5,44	5,48	5,94	6,03	5,89	3%
	Colza	27,53	27,77	28,20	28,37	28,12	14%
	Soja	49,28	51,53	53,68	54,78	57,51	28%
	Girasol	14,96	15,38	18,17	18,39	19,11	9%
	Total	177,17	176,78	189,16	197,23	203,83	
IMPORTACIÓN	Coco	1,82	1,61	1,50	1,54	1,46	2%
	Algodón	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0%
	Oliva	0,90	0,79	0,79	0,88	0,87	1%
	Palma	44,47	42,37	45,49	46,24	48,70	63%
	Palmiste	3,06	2,63	2,69	2,74	2,76	4%
	Maní	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0%
	Colza	3,95	4,13	4,39	4,51	4,69	6%
	Soja	10,03	11,64	10,84	9,66	10,59	14%
	Girasol	6,18	7,02	8,92	8,34	8,46	11%
	Total	70,73	70,49	74,89	74,17	77,80	
EXPORTACIÓN	Coco	1,94	1,58	1,73	1,69	1,69	2%
	Algodón	0,14	0,06	0,07	0,09	0,08	0%
	Oliva	0,99	0,87	0,88	1,01	0,99	1%
	Palma	47,39	43,74	48,91	49,30	51,79	62%
	Palmiste	3,23	3,02	3,08	3,21	3,25	4%
	Maní	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0%
	Colza	4,07	4,17	4,52	4,63	4,74	6%
	Soja	11,12	11,77	11,24	10,08	11,14	13%
	Girasol	7,38	8,10	10,41	9,75	9,79	12%
	Total	76,52	73,57	81,12	80,02	83,75	
CONSUMO INTERNO	Coco	3,29	3,26	3,21	3,28	3,27	2%
	Algodón	5,05	4,40	4,38	5,06	5,29	3%
	Oliva	2,65	2,81	2,59	2,87	3,05	2%
	Palma	58,21	58,90	61,49	64,81	68,65	35%
	Palmiste	7,21	6,81	7,16	7,54	7,87	4%
	Maní	5,43	5,46	5,83	5,99	5,85	3%
	Colza	27,04	28,31	29,04	28,87	28,51	14%
	Soja	47,73	52,08	53,34	54,56	56,75	29%
	Girasol	14,11	15,22	16,67	17,34	17,58	9%
	Total	170,73	177,25	183,70	190,31	196,80	
STOCK FINAL	Coco	0,29	0,38	0,34	0,46	0,56	2%
	Algodón	0,22	0,10	0,10	0,15	0,12	1%
	Oliva	0,31	0,53	0,34	0,61	0,59	3%
	Palma	10,24	8,86	9,21	10,94	11,97	52%
	Palmiste	0,87	0,68	0,75	0,85	0,90	4%
	Maní	0,24	0,24	0,32	0,30	0,28	1%
	Colza	5,91	5,34	4,37	3,75	3,32	15%
	Soja	4,34	3,66	3,60	3,39	3,61	16%
	Girasol	2,60	1,68	1,69	1,33	1,52	7%
	Total	25,03	21,47	20,71	21,79	22,87	

Fuente: US Department of Agriculture (USDA).

OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL DE LAS PRINCIPALES HARINAS PROTEICAS

Variable	Tipo de harina	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19 (Sep)	Part. Relativa
		En millones de toneladas					
PRODUCCIÓN	Copra	1,80	1,77	1,81	1,92	1,93	1%
	Algodón	15,53	13,07	13,44	15,69	16,06	5%
	Pescado	4,69	4,51	4,89	4,83	4,71	1%
	Palmiste	8,60	8,31	8,94	9,54	9,92	3%
	Maní	6,68	6,72	7,31	7,41	7,24	2%
	Colza	38,98	39,35	39,85	39,86	39,78	12%
	Soja	208,46	215,82	225,38	230,91	242,38	71%
	Girasol	16,17	16,50	19,33	19,76	20,52	6%
	Total	300,89	306,04	320,95	329,93	342,53	
IMPORTACIÓN	Copra	0,67	0,56	0,47	0,52	0,53	1%
	Algodón	0,25	0,21	0,24	0,24	0,22	0%
	Oliva	2,50	2,46	3,06	2,64	2,55	3%
	Palmiste	6,83	6,41	7,58	7,62	7,71	9%
	Maní	0,03	0,02	0,13	0,07	0,07	0%
	Colza	5,99	5,70	5,89	6,14	6,11	7%
	Soja	60,69	61,86	60,54	60,34	62,15	72%
	Girasol	5,53	5,95	6,95	7,29	7,04	8%
	Total	82,49	83,18	84,85	84,84	86,38	
EXPORTACIÓN	Copra	0,73	0,59	0,48	0,59	0,60	1%
	Algodón	0,32	0,25	0,34	0,38	0,37	0%
	Oliva	2,28	2,21	2,53	2,48	2,37	3%
	Palmiste	6,46	6,38	6,74	7,07	7,28	8%
	Maní	0,05	0,05	0,16	0,10	0,09	0%
	Colza	6,07	5,69	6,03	6,04	6,09	7%
	Soja	64,40	65,50	64,48	64,61	65,69	73%
	Girasol	5,87	6,23	7,44	7,10	7,21	8%
	Total	86,18	86,91	88,19	88,38	89,70	
CONSUMO INTERNO	Copra	1,72	1,73	1,78	1,81	1,85	1%
	Algodón	15,47	13,19	13,32	15,55	15,93	5%
	Oliva	4,87	4,75	5,43	4,97	4,89	1%
	Palmiste	8,93	8,40	9,78	10,01	10,16	3%
	Maní	6,65	6,66	7,31	7,39	7,22	2%
	Colza	38,85	39,25	39,85	40,20	39,80	12%
	Soja	201,56	213,02	221,88	228,78	238,73	70%
	Girasol	15,58	16,18	19,10	20,03	20,44	6%
	Total	293,64	303,17	318,45	328,72	339,02	
STOCK FINAL	Copra	0,13	0,13	0,15	0,18	0,19	1%
	Algodón	0,22	0,07	0,09	0,10	0,09	1%
	Oliva	0,26	0,27	0,26	0,28	0,28	2%
	Palmiste	0,64	0,58	0,58	0,65	0,84	6%
	Maní	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0%
	Colza	0,98	1,10	0,95	0,71	0,70	5%
	Soja	14,04	13,20	12,76	10,62	10,74	76%
	Girasol	1,66	1,69	1,43	1,35	1,25	9%
	Total	17,95	17,09	16,26	13,92	14,11	

Fuente: US Department of Agriculture (USDA).

EVOLUCIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL DE SOJA, HARINA Y ACEITE DE SOJA

En millones de toneladas

	Campaña	Stock inicial	Producción	Import.	Oferta total	Export.	Industrialización	Consumo interno	Stock final
GRANO DE SOJA	2005/06	48,56	220,78	64,10	333,45	63,64	186,35	215,94	53,87
	2006/07	53,87	235,70	69,05	358,61	70,91	195,55	224,68	63,03
	2007/08	63,03	219,15	78,68	360,86	78,70	202,63	229,85	52,32
	2008/09	52,32	212,06	77,90	342,27	76,71	194,79	222,64	42,92
	2009/10	42,92	260,73	87,51	391,16	92,06	210,31	238,99	60,11
	2010/11	60,11	264,39	89,79	414,29	91,57	222,22	252,79	69,93
	2011/12	69,93	240,38	94,55	404,86	91,77	229,09	259,31	53,77
	2012/13	53,77	268,47	97,20	419,44	100,36	231,75	263,13	55,94
	2013/14	55,94	282,71	113,07	451,72	112,72	242,80	276,53	62,47
	2014/15	62,47	319,96	124,36	506,79	126,21	264,73	302,62	77,96
	2015/16	77,96	315,58	133,33	526,87	132,52	274,99	313,93	80,42
	2016/17	80,42	348,12	144,35	572,90	147,36	287,20	328,86	96,68
	2017/18	96,68	336,82	151,86	585,36	153,62	293,69	337,00	94,74
2018/19	94,74	369,32	154,12	618,18	156,90	308,20	353,01	108,26	
HARINA DE SOJA	2005/06	5,94	146,73	51,38	204,05	53,03	186,37	144,88	6,14
	2006/07	6,14	153,81	52,74	212,69	54,84	195,57	150,41	7,43
	2007/08	7,43	159,01	54,78	221,22	56,50	202,65	156,97	7,75
	2008/09	7,75	153,00	51,67	212,42	53,27	194,87	153,84	5,31
	2009/10	5,31	165,62	53,54	224,47	55,94	210,39	161,58	6,96
	2010/11	6,96	175,03	56,87	238,85	58,89	222,31	170,65	9,31
	2011/12	9,31	180,86	57,02	247,19	58,71	229,20	177,72	10,76
	2012/13	10,76	182,20	54,07	247,03	58,39	231,89	178,79	9,85
	2013/14	9,85	190,40	57,77	258,01	60,65	242,96	186,50	10,87
	2014/15	10,87	208,46	60,69	280,01	64,40	264,91	201,56	14,04
	2015/16	14,04	215,82	61,86	291,72	65,50	275,22	213,02	13,20
	2016/17	13,20	225,38	60,54	299,12	64,48	287,51	221,88	12,76
	2017/18	12,76	230,91	60,34	304,01	64,61	294,26	228,78	10,62
2018/19	10,62	242,38	62,15	315,15	65,69	308,82	238,73	10,74	
ACEITE DE SOJA	2005/06	3,30	34,91	8,80	47,01	9,79	186,35	33,40	3,82
	2006/07	3,82	36,41	9,77	50,00	10,50	195,55	35,45	4,05
	2007/08	4,05	37,79	10,29	52,13	10,88	202,63	37,28	3,97
	2008/09	3,97	36,12	9,00	49,10	9,21	194,79	36,32	3,57
	2009/10	3,57	38,92	8,48	50,97	9,19	210,31	38,15	3,64
	2010/11	3,64	41,46	9,38	54,48	9,62	222,22	40,49	4,37
	2011/12	4,37	42,80	8,00	55,17	8,53	229,09	42,46	4,19
	2012/13	4,19	43,33	8,51	56,02	9,33	231,75	42,58	4,11
	2013/14	4,11	45,23	9,27	58,60	9,42	242,80	45,31	3,87
	2014/15	3,87	49,28	10,03	63,18	11,12	264,73	47,73	4,34
	2015/16	4,34	51,53	11,64	67,51	11,77	274,99	52,08	3,66
	2016/17	3,66	53,68	10,84	68,18	11,24	287,20	53,34	3,60
	2017/18	3,60	54,78	9,66	68,04	10,08	293,69	54,56	3,39
2018/19	3,39	57,51	10,59	71,49	11,14	308,20	56,75	3,61	

Fuente: US Department of Agriculture (USDA).

ARGENTINA. EVOLUCIÓN MENSUAL DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

En toneladas									
	Soja	Girasol	Lino	Maní	Algodón	Cártamo	Canola	Total	Acumulado
2014									
ene	1.966.745	180.816	1.000	14.295			8.607	2.171.463	2.171.463
feb	1.532.069	186.811	100	15.535			3.880	1.738.395	3.909.858
mar	2.106.707	320.204	150	3.914			2.731	2.433.706	6.343.564
abr	3.896.841	278.019	100	15.342	1.155		88	4.191.545	10.535.109
may	4.650.896	185.215	220	2.475	21.084		10	4.859.900	15.395.009
jun	4.186.684	243.046	270	18.121	25.197			4.473.318	19.868.327
jul	3.910.954	139.863		2.266	32.393			4.085.476	23.953.803
ago	3.494.906	145.759	543	27.513	28.527			3.697.248	27.651.051
sep	3.357.760	120.788	500	18.740	26.796			3.524.584	31.175.635
oct	3.137.103	201.357	56	12.982	29.016	892	121	3.381.527	34.557.162
nov	3.192.368	104.469	120	5.031	11.496	6.268	414	3.320.166	37.877.328
dic	2.484.742	110.244	500	28.073		6.464		2.630.023	40.507.351
2015									
ene	1.789.975	195.625	50	4.569		5.511	13.650	2.009.380	2.009.380
feb	2.109.639	166.264	370	15.418		12.245	411	2.304.347	4.313.727
mar	2.273.176	428.639	400	5.843			66	2.708.124	7.021.851
abr	4.245.041	345.134	200	17.685		1.084	341	4.609.485	11.631.336
may	3.583.902	95.740	360	22.323	330		433	3.703.088	15.334.424
jun	4.530.129	245.595		25.492	23.301			4.824.517	20.158.941
jul	4.759.009	283.996	140	21.360	20.835		190	5.085.530	25.244.471
ago	4.270.805	265.382	50	17.397	18.449		589	4.572.672	29.817.143
sep	3.830.531	191.515	500	21.533	12.270		210	4.056.559	33.873.702
oct	3.892.371	123.299	550	4.045	20.476		483	4.041.224	37.914.926
nov	3.006.109	129.689	341	22.629	17.113	1.974	288	3.178.143	41.093.069
dic	2.620.964	159.828		25.668	5.541	16.378	327	2.828.706	43.921.775
2016									
ene	3.907.947	200.356		10.003	308	20.985	478	4.140.077	4.140.077
feb	3.204.419	278.630		13.422	167	8.494	322	3.505.454	7.645.531
mar	3.229.373	411.584	201	15.743	210	7.250		3.664.361	11.309.892
abr	3.727.510	387.656	147	17.752	349	7.689	180	4.141.283	15.451.175
may	4.347.469	217.533	211	16.075	10.319		42	4.591.649	20.042.824
jun	4.019.367	305.231	70	13.040	9.121	5.498	315	4.352.642	24.395.466
jul	3.962.846	213.600	370	8.938	11.165	2.302		4.199.221	28.594.687
ago	3.756.860	232.073	480	20.969	18.735	5.250	381	4.034.748	32.629.435
sep	3.540.968	122.460	917	20.125	5.047			3.689.517	36.318.952
oct	3.705.761	129.406	430	5.764	489		67	3.841.917	40.160.869
nov	3.645.433	93.321	560	24.790	330	759	72	3.765.265	43.926.134
dic	3.388.459	139.675	90	23.623		10.933	116	3.562.896	47.489.030
2017									
ene	2.966.406	308.973	671	1.710			208	3.277.968	3.277.968
feb	2.624.252	203.940	520	29.166			156	2.858.034	6.136.002
mar	3.360.400	416.095	433	5.744	94		120	3.782.886	9.918.888
abr	3.998.354	433.761	50	22.419	121		49	4.454.754	14.373.642
may	4.524.320	315.786	252	3.600	10.419			4.854.377	19.228.019
jun	3.865.651	251.376	701	18.324	12.717			4.148.769	23.376.788
jul	4.305.907	317.867	672	21.543	494			4.646.483	28.023.271
ago	3.729.455	300.018	1.152	24.650	21.838			4.077.113	32.100.384
sep	3.244.205	208.766	500	21.076	1.252			3.475.799	35.576.183
oct	3.580.292	182.890	900	4.258	475			3.768.815	39.344.998
nov	3.352.362	107.100	700	28.371	403	8.384		3.497.320	42.842.318
dic	2.178.912	108.423	650	28.290	298	18.667		2.335.240	45.177.558
2018									
ene	2.733.098	230.120	342	14.197			33	2.977.790	2.977.790
feb	2.379.481	196.603	261	27.158				2.603.503	5.581.293
mar	3.049.728	393.438	1.201	16.045	346			3.460.758	9.042.051
abr	3.368.535	385.240	270	18.024	5.946		18	3.778.033	12.820.084
may	3.671.834	350.499	600	18.193	15.049			4.056.175	16.876.259
jun	3.272.298	262.816	500	19.117	18.952			3.573.683	20.449.942
jul	3.443.434	231.961	770	29.721	19.548			3.725.434	24.175.376
ago	3.038.351	246.767	755	23.876	16.280			3.326.029	27.501.405

Fuente: Ministerio de Agroindustria de la Nación.

GIOVAGNOLI

PRODUCTOS | SERVICIOS

50

AÑOS

Atlas Copco

Atlas Copco

Atlas Copco

Giovagnoli SRL incorpora Atlas Copco

Herramientas hidráulicas y neumáticas, sistemas de ensamble, sistemas de aseguramiento de calidad de aire, software y servicios.



Atlas Copco Argentina

ofrece soluciones de calidad y adecuadas para cualquier tipo de aplicación de apriete o tensionado. Creemos en el producto correcto y en la oferta adecuada. La amplia gama de aprietatuercas hidráulico y neumático ofrecen una excelente combinación de potencia, velocidad y precisión. Con sus avanzados diseños ergonómicos, son extremadamente fáciles de usar y contribuirán a

aumentar la **productividad y seguridad de sus procesos** industriales.

Contamos con banco de calibración móvil de hasta 75.000Nm para poder certificar las herramientas y manómetros in-situ, ahorrando costos de traslados y asegurarnos junto a los usuarios la correcta aplicación de las mismas.

Giovagnoli SRL forma parte de su estrategia para las provincias de **Santa Fe y Entre Ríos**.



DIRECTIVOS DE ASAGA ACOMPAÑARON EL SEMINARIO ACSOJA 2018

El 27 de septiembre se desarrolló en la Bolsa de Comercio de Rosario una nueva edición del seminario de ACSoJA. Ángela Orlando, Presidenta de ASAGA y Directora de GREENLAB, firma que patrocinó el seminario, junto con Verónica Vicco, Tesorera, y Cintia Maltoni, Secretaria de ASAGA, se hicieron presentes en el seminario que reúne a los especialistas de las cadenas vinculadas a la agroindustria y a los referentes en la materia.

El encuentro constituyó el espacio propicio para la discusión sobre la situación agroeconómica de Argentina y el mundo: las supercosechas, guerras comerciales y proyecciones hacia el 2019 formaron parte de las temáticas de análisis. El presidente de la Asociación de la Cadena de la Soja Argentina (Acsoja), Luis Zubizarreta, profundizó sobre la proyección internacional de nuestro país y su rol en la venta de alimentos a las principales potencias comerciales del continente.

Asimismo, anticipó que la gran oportunidad y el futuro de nuestro país, se canaliza mediante la posibilidad de vender alimentos al mundo con mayor valor agregado. Al mismo tiempo, destacó las enormes inversiones que desarrolla toda la cadena de la soja para mejorar el agregado de valor y las oportunidades de trabajo. *“Las exportaciones seguirán siendo el eje por mucho tiempo”*, destacó.



Luis Zubizarreta, Presidente de ACSoJA, junto a Sergio Gancberg, CEO de Glencore, Alfonso Romero, CEO de COFCO, Raúl Padilla, CEO de Bunge y Fernando Cozzi, Presidente de Cargill Argentina.



Representantes del Municipio y de la Provincia acompañaron la nueva entrega del Seminario ACSoJA 2018.



Los asistentes escuchan atentos al panel de expertos.

ALLOCO OBTUVO LA CERTIFICACIÓN ISO 9001:2015

El pasado 24 de junio de 2018 la firma ALLOCO obtuvo la certificación ISO 9001:2015 para el diseño, fabricación, comercialización y servicio post-venta de equipos y repuesto para la industria oleaginosa.

Este logro reafirma el compromiso de la empresa con la calidad y la mejora continua, y es el resultado de un intenso trabajo para desarrollar y consolidar su Sistema de Gestión

de Calidad, motivados por la convicción de avanzar en la satisfacción de sus clientes con productos de calidad y servicios de excelencia.

A modo de cierre, ALLOCO resaltó el agradecimiento a sus clientes y proveedores por su continuo apoyo, y desean compartir con los lectores de A&G este importante momento en la historia de la compañía. ¡Felicitaciones a todo el equipo!



Nueva generación de bombas CR Grundfos

PARA AQUELLOS QUE LES GUSTA **SUPERAR** **LOS LÍMITES**



La nueva generación de bombas CR Large de Grundfos introduce mejoras de primera clase en eficiencia, nuevas funciones y nuevos rangos de caudal de hasta 320 m³/h. Más confiables, más rentables.

Bombas Grundfos de Argentina S. A.

Ruta Panamericana, ramal Campana Km 37,500

Parque Industrial Garín - Lote 34A

(esq. Haendel y Mozart) - (1619) Garín - Pcia. Bs. As.

Tel: +54-3327-41 4444

ar.grundfos.com

GRUNDFOS 

GREENLAB

GREENLAB PRESENTA SU LABORATORIO SUSTENTABLE

La compañía de proyección internacional delimita los pasos a seguir en materia de sustentabilidad y eficiencia energética, marcando un hito en la Región.

En Argentina, el consumo energético del Sector Residencial-Comercial, según el último "Balance Energético Nacional" asciende al 34,5%, superando a los Sectores de Industria y Transporte.

En los Escenarios Energéticos de la Agenda 2030, "Objetivos del Desarrollo Sostenible y Cambio Climático" de la ONU, se considera a este sector como la principal fuente de reducción de Emisiones Gases de Efecto Invernadero ya que tiene las mayores posibilidades de mejorar su eficiencia energética a menor costo.

En la actualidad, existen diversos esfuerzos para mejorar la eficiencia energética de las nuevas construcciones, un ejemplo que actúa sobre esa línea de acción y está en vigencia en la ciudad de Rosario es la Ordenanza Municipal número 8757, que establece un mínimo de aislación térmica en la envolvente. Por otra parte, la Nación está haciendo la prueba piloto del Sistema de Etiquetado Energético para Viviendas, donde quedaría establecido el consumo de este tipo de uso en una escala que varía desde la "A" a la "G" (la que menos energía consume a la que más energía consume).

Frente a todo el parque edilicio existente, la Rehabilitación Ecoeficiente que proponen GREENLAB y Estudio Feldman, ya está reglamentada en países como España, Italia y Alemania. Se trata, a grandes rasgos, de analizar los consumos de energía necesarios para calefaccionar, refrigerar, iluminar y realizar tratamientos térmicos al agua; estudiar la envolvente en sus características técnicas constructivas, frente al entorno inmediato y climático, y entender las técnicas y los hábitos de uso.

Con esta información se proponen mejoras en cada línea de acción, es decir, en el diseño bioclimático, en la aislación de la envolvente, en los equipos y sistemas, y en su uso y mantenimiento.

A partir de su aplicación, se puede lograr la reducción directa del consumo energético, entre un 40 y un 75%, lo que implica además reducir las emisiones de CO2 equivalentes, mejorando a la vez el confort térmico interior y disminuyendo los inconvenientes asociados a las patologías generadas por diferencias térmicas de la envolvente. Sumado a esto, se prolonga la vida útil del inmueble, de las máquinas y de los ins-

trumentos, ampliando el horizonte de años para la evaluación de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Se debe considerar que parte importante de la inversión en estas mejoras, se recupera con el dinero ahorrado en la energía no consumida, para luego reinvertirla, lo que implica una mejora continua en sustentabilidad y eficiencia energética.

GREENLAB incorpora Energías Renovables y desarrolla estrategias vinculadas al cuidado del agua, la elección de materiales con menor huella ecológica e intervenciones artísticas de gran valor cultural.

Esto se desarrolla dentro de los parámetros exigidos por la Certificación internacional de Análisis de Ciclo de Vida y las Certificaciones nacionales en eficiencia energética.

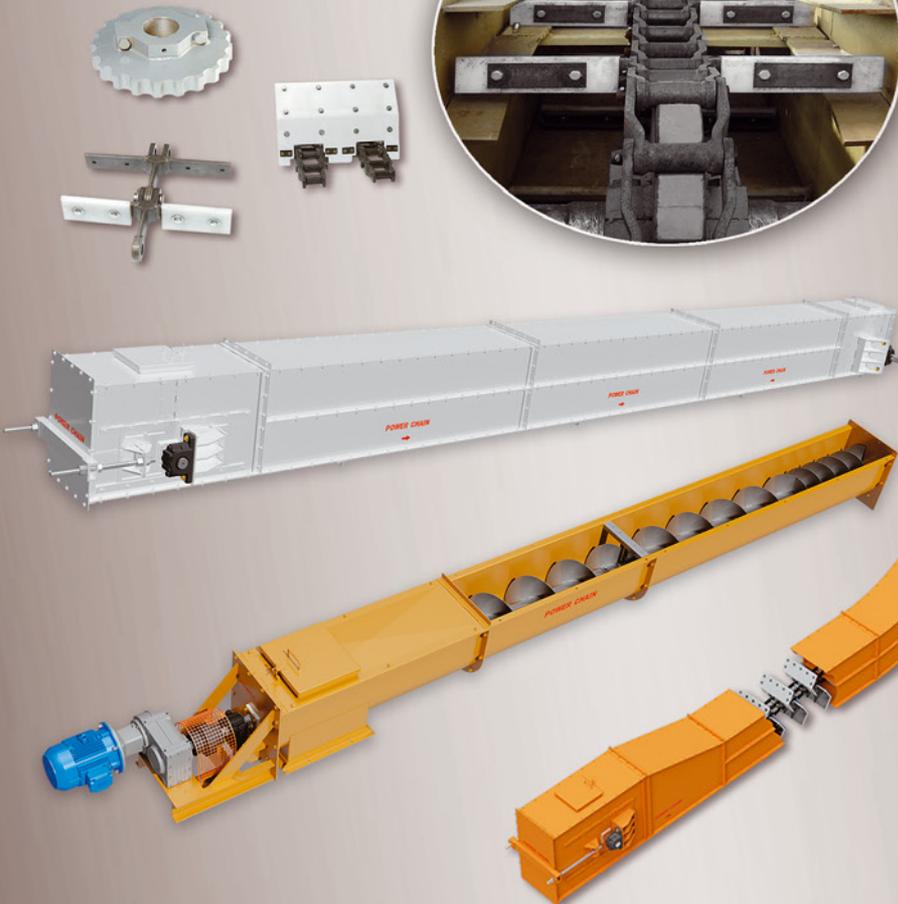
La Rehabilitación Ecoeficiente y la Ampliación sustentable de GREENLAB reflejan los valores más importantes de la compañía: "Culto al estudio y al trabajo", "Respeto por la tradición familiar" y "Crecimiento sostenible", con compromiso por el cuidado medioambiental y el bienestar de sus colaboradores.



Nuestra fortaleza es nuestra experiencia

DISEÑOS ADECUADOS A SUS NECESIDADES

- Equipos de transporte para productos a granel
- Transporte de flujo continuo: rectos, inclinados y combinados
- Elevadores a cangilones
- Transportes helicoidales
- Cadenas



POWER CHAIN S.A.
Desde 1972



POWER CHAIN S.A.
Sistema de Gestión de la
Calidad en Cadenas
y Transportadores
IRAM-ISO 9001:2008
Certificado: N° 9000-418

Planta Parque Industrial Alvear (Gran Rosario): RP 21 Km 7 (ex Km 286)
(2126) Alvear - Santa Fe - Argentina

Telefax: +54 - 341 - 5185533 / 5185716 / 5185717 - E-mail: ventas@cadenapowerchain.com.ar

Web: www.cadenaspowerchain.com.ar

GRUNDFOS: SUPERANDO LOS LÍMITES

La firma Grundfos presenta las últimas novedades con respecto a los sistemas contra incendio, las electrobombas multietapas y el sistema compacto de tratamiento de agua por ultrafiltración.

Certificación UL-FM

Bombas Grundfos de Argentina, ubicada en Garín, provincia de Buenos Aires, ha recibido la certificación UL – FM para el ensamblado de equipos contra incendio.

FM Approvals® es el líder internacional en el sector de servicios de pruebas y homologaciones realizadas por entidades independientes y asegura que los equipos utilizados en la prevención de siniestros en instalaciones comerciales e industriales cumplan con los requisitos de las normas más exigentes en materia de calidad, integridad técnica y rendimiento.

Esta certificación les permite seguir entregando equipos en cumplimiento de normativas internacionales y ensamblados en sus instalaciones en Argentina.

Este nuevo logro alcanzado por Grundfos de Argentina brindará a sus clientes múltiples beneficios, entre ellos, un mejor plazo de entrega así como disponibilidad de componentes y repuestos.

Nueva generación de bombas multietapas CR

Una de las líneas de productos insignia de Grundfos son las electrobombas multietapas CR, una gran familia de productos. La variedad de materiales constructivos utilizados, los tipos de sellos mecánicos y motores eléctricos les permite movilizar diferentes fluidos, en aplicaciones sencillas a muy complejas dónde se saca provecho de su excelente presión y eficiencia.

La nueva generación de bombas CR Large de Grundfos introduce mejoras de clase mundial

en eficiencia, nuevas funciones y nuevos rangos de caudal de hasta 320 m³/h.

Más confiables

La nueva generación de bombas CR es más robusta que sus predecesoras debido al uso de tecnología de última generación en diseños de simulación, materiales, pruebas y producción. Y con el agregado del monitoreo predictivo, las nuevas CR de Grundfos serán prácticamente imparables.

Más rentables

Con la optimización del diseño hidráulico —desde el impulsor y los álabes guía hasta la succión, el puerto de descarga, la camisa y el difusor— la nueva generación de CR ofrece un rendimiento energético de clase mundial. Gracias a su compacto diseño, la instalación es más sencilla y menos costosa que en cualquier otro diseño de bomba.

Más opciones

La nueva generación agrega aún más opciones al programa de bombas más modular del mundo; que incluye mayor presión, menor NPSH y el uso de motores estándar. Por supuesto, las nuevas CR también están disponibles como sistemas combinados con convertidores de frecuencia CUE y sistemas de presurización.

AQpure

Grundfos de Argentina acaba de finalizar el proceso de instalación de una planta de tratamiento de efluentes con tecnología MBBR (Moving Bed Bifilm Reactor), un sistema de tratamiento biológico, el cual permite superar los parámetros requeridos por las normativas vigentes, de esta forma Grundfos demuestra su compromiso con el cuidado y protección del medio ambiente.

A su vez, los primeros días de noviembre Grundfos de Argentina, inauguró la instalación de un equipo de fabricación propio; destinado a recuperar y tratar el agua de lluvia en una planta productiva. Esta se recolecta aprovechando la superficie del techo de la planta de unos 1.000 m² de capacidad, para luego ser almacenada y tratada mediante el equipo Grundfos AQpure.

El AQpure es un sistema compacto de tratamiento de agua por ultrafiltración que incorpora a su vez desinfección por UV y dosificación de hipoclorito. De esta forma, se puede obtener un agua de calidad potable (pese a que en la actualidad, la compañía lo utilice para agua grises).

El equipo funciona íntegramente con alimentación generada por paneles solares. Además, cuando el equipo no está en funcionamiento, dicha energía generada se traslada a la planta. De esta forma se aprovecha en su totalidad la energía solar obtenida.





BCR

BOLSA DE COMERCIO
DE ROSARIO *Desde 1884*



LABORATORIOS BCR

Enfocados en la calidad.

Máxima eficiencia en servicios analíticos.

Análisis Comerciales | Análisis de Semillas | Análisis Químicos

Análisis Plaguicidas | Análisis Metales Pesados

Genética Molecular | Cromatografía | Microbiología

Consúltenos por el servicio de envíos de muestras
SIN CARGO DESDE TODO EL PAÍS

ACREDITACIONES
Y RECONOCIMIENTOS



OAA
Organismo
Argentino de
Acreditación
Laboratorio de Ensayo
LE 021

senasa
SERVICIOS NACIONALES DE SANIDAD
Y ALIMENTACIÓN

INFLE
INSTITUTO NACIONAL DE FERTILIZANTES
Y PRODUCTOS QUÍMICOS

FOSFA
INTERNATIONAL

Gafta

Córdoba 1402 S2000AWV
Rosario, Santa Fe, Argentina
Tel.: 54 341 4102626 / servicioalcliente@bcr.com.ar
www.bcr.com.ar

f BCRoficial
@BCRprensa
@bolsadecomercioderosario
Bolsa de Comercio de Rosario BCR



**CÁMARA ARBITRAL
DE CEREALES ROSARIO**
BCR

**CÁMARA ARBITRAL
DE ACEITES VEGETALES
Y SUBPRODUCTOS**
BCR



SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

Taller sobre Mantenimiento de Instalaciones y Sistemas contra Incendios

PREVENCIÓN DE INCENDIOS: UN TALLER NECESARIO

El día 23 de agosto se llevó a cabo el Taller sobre Mantenimiento de Instalaciones y Sistemas contra Incendios en el Hotel Ariston de la ciudad de Rosario.

Guillermo Russo (RS Sistemas Contra Incendio S.R.L) estuvo a cargo de la introducción a las normas NFPA. Posteriormente, Darío Segault (RS Sistemas Contra Incendio S.R.L) disertó sobre la instalación de hidrantes. También, estuvieron presentes Alexis Brown de Bombas Grundfos de Argentina, seguido Hugo Rodolfo Corti y Geovane Teixeira Da Cruz, ambos de Firefly Ab, quienes abordaron la prevención y detección de incendios en procesos industriales, los principios de las explosiones de polvo y las identificaciones de las zonas de riesgos en los procesos junto con las diferentes soluciones.

La Dra. Ángela Orlando, Presidenta de ASAGA, nos acompañó durante todo el evento, coordinando las distintas ponencias. Finalizando la jornada, entregó los certificados a todos los participantes, quienes destacaron la calidad de las disertaciones, la interacción con los docentes y la organización general del evento.

Asimismo, agradecemos a las empresas **Firefly ab** y **Grundfos** que patrocinaron el evento, demostrando su compromiso con el desarrollo de la industria, del conocimiento y de la seguridad.



GRUNDFOS estuvo presente compartiendo todo su expertise.



El equipo de Firefly Ab junto a la Dra. Ángela Orlando, Presidenta de ASAGA

Facultad de Química

Carreras de Grado

- Ingeniería en Tecnología de los Alimentos
- Ingeniería en Sistemas de Información
- Licenciatura en Nutrición

Carrera de Posgrado

- Especialización en Gestión Ambiental



Av. Pellegrini 1332. Rosario. Tel (0341) 4499292
E-mail: info@ucel.edu.ar / www.ucel.edu.ar

www.ucel.edu.ar |

Torres de enfriamiento **SINAX**

Fabricadas en Argentina desde 1967 bajo licencia de Cofely Refrigeration GmbH (anteriormente Sulzer Escher Wyss GmbH) de Lindau, Alemania.

EWK:

Construidas íntegramente en PRFV

EWB:

Industriales, compactas con y sin pileta de PRFV

EWZ:

Industriales, en hormigón armado, para grandes caudales

Más de 10.000 unidades instaladas en Argentina y otros países avalan nuestra confiabilidad y rendimiento certificado.

SINAX

Los beneficios de la tecnología

Sinax S.A. Neuquén 5801, (B1605FID) Munro, Buenos Aires
Tel.: 54 11 4756-9800, Fax: 54 11 4762-0199
torres@sinax.com.ar - www.sinax.com.ar





ENCUENTRO ANUAL SOBRE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Taller de Prevención de Incidentes Industriales y Herramientas de Gestión

SEGURIDAD: UN ENCUENTRO PARA DEBATIR Y PREVENIR

Los especialistas de referencia nacional en materia de seguridad se reunieron en el Hotel Ariston de la Ciudad de Rosario el día 19 de septiembre convocados por la Asociación Argentina de Grasas y Aceites (ASAGA) para debatir sobre la prevención de incidentes industriales y las herramientas de gestión.

El objetivo fue discutir sobre las mejores prácticas, analizar procesos, estandarizar precauciones y abordar casos prácticos. De esta manera, se buscó mejorar el liderazgo y la gestión, potenciando el contacto con los colegas que comparten desafíos similares a fin de identificar tendencias, innovaciones y casos de éxito en temas de seguridad.

Entre los puntos que se abordaron, destacamos: avances con la normativa de prevención de explosión de polvos a cargo de Oscar Baronio (Salud y Seguridad en el Trabajo de la Provincia de Santa Fe). Además, se desarrolló la importancia del liderazgo y la cultura de seguridad al tiempo que se abarcaron los diferentes sistemas de gestión de seguridad, las normas técnicas y las buenas prácticas para el almacenaje seguro de productos fitosanitarios.

Finalmente, se discutió sobre el entrenamiento de brigadas industriales y cómo

mejorar la respuesta ante emergencias industriales.

La coordinación del evento estuvo a cargo de Sebastián Vicco, especialista en Seguridad Industrial con Posgrado en Liderazgo.

Agradecemos a la firma **Volonté Hnas.** por

patrocinar la Jornada sobre Seguridad y Salud Ocupacional. Destacamos su compromiso para promover las buenas prácticas y potenciar la seguridad en la industria aceitera.



El equipo de Volante Hnas. junto a la Dra. Ángela Orlando, Presidenta de ASAGA.



Sebastián Vicco, coordinador del evento, disertó sobre sistemas de Gestión de Seguridad



Gracias a todos los que formaron parte de un nuevo Encuentro sobre Seguridad y Salud Ocupacional



+ 60 km de cintas transportadoras avalan nuestra experiencia

Cumplimos 15 años ejecutando proyectos de ingeniería y brindando soluciones en equipamiento para el transporte de materiales a granel. Lideramos el mercado con más de 100 obras instaladas en el sector minero, cementero, portuario, agropecuario y energético.



15

años desarrollando
la máxima tecnología
en equipos
de transporte a granel





OPTIMIZACIÓN

5° Jornada sobre Optimización Energética en la Industria de Grasas y Aceites

LA INDUSTRIA ACEITERA CON EL FOCO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Producir más, gastar menos y generar un menor impacto es la premisa.

El martes 13 de noviembre se reunieron ministerios, organismos, proveedores de tecnología y líderes de la industria aceitera se reunieron en Rosario convocados por la Asociación Argentina de Grasas y Aceites (ASAGA), para discutir sobre el consumo energético en la agroindustria

“En una coyuntura como la actual, la optimización de energía requiere un abordaje inmediato, ya que atraviesa todo el proceso productivo. Buscar fuentes de energías renovables, repensar los procesos actuales e incorporar tecnología de vanguardia, se convierten en aspectos claves en la agenda diaria de la industria aceitera y graseira, en pos de asegurar la competitividad de nuestra industria nacional”, manifestó Pablo Martí, Vice Presidente de ASAGA y coordinador del evento. En términos específicos, el especialista agregó: “sobre el total de la capacidad energética instalada a nivel nacional, el sector de procesamiento de oleaginosas se posiciona como uno de los principales consumidores dentro de la matriz, lo que denota que la discusión y el abordaje técnico de esta cuestión es de agenda obligatoria”.

El objetivo de esta reunión fue buscar nuevos consensos sobre cómo producir más, gastando menos energía y generando el menor impacto posible en el entorno. Así, eficiencia energética y sustentabilidad se hacen una, mostrando en la optimización energética la cara más práctica de la sustentabilidad.

“Entendemos que el abordaje de esta temática implica la mirada articulada y el trabajo sinérgico de los principales actores involucrados. Por ello, participaron del encuentro la Dirección de Eficiencia Energética en Sec-

tores Productivos y Transporte, perteneciente al Ministerio de Energía de la Nación, la Asociación de Grandes Usuarios de Energía Eléctrica de la República Argentina (AGUEERA), la Asociación de Consumidores Industriales de Gas de la República Argentina (ACIGRA), la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), las empresas proveedoras de energía, y la Asociación Argentina de Grasas y Aceites”, cerró el especialista y directivo de ASAGA, Pablo Martí.

Abordamos la actualidad del mercado eléctrico y del gas en Argentina, el panorama general de la gestión de la energía Industrial, el mercado a término de Energías Renova-

bles en el Mercado Eléctrico Argentino, y los aspectos técnicos y prácticos vinculados a los procesos y a la implementación de la tecnología disponible. Asimismo, la coordinación del evento estuvo a cargo de Pablo Martí (Bunge Argentina S.A.), Jorge Drago (Cofco Argentina S.A.) y Rubén Perassi (Bunge Argentina S.A.).

Asimismo, agradecemos a la firma **Wärtsilä** por patrocinar este evento, posibilitando con su aporte el desarrollo del capital humano de las empresas y del conocimiento técnico del sector.



Ignacio Aguirre de Wärtsilacorp disertando sobre cogeneración con motores



Jorge Drago y Pablo Martí coordinaron la Jornada de Optimización Energética en la Industria de las Grasas y los Aceites



Muchas gracias a todos los que participaron de la 5° Jornada de Optimización Energética en la Industria de las Grasas y los Aceites

 **DUNLOP**


KAPHER

3M


BORIS

**TIP
TOP**

NH

MSA

Continental 

Cintas transportadoras
Correas elevadoras
Correas en V
Mangueras
Plásticos de Ingeniería
Barras-Bujes planchas
Materiales antidesgaste
Engomado de Rolos
En goma
En poliuretano
Cangilones
Poliétileno media densidad
Poliuretano
Telas de uso agrícolas
Media sombra
Agrotileno
Rascadores

LINEA DE SEGURIDAD

Guantes
Cascos
Calzado de seguridad
Ropa de Trabajo
Proteccion de altura
Señalización

Salta 3350 (2000) Rosario
Tel. (0341) 439-1091 / 437-0266 Líneas Rotativas
Fax: 0800-7770189 / (0341) 439 -1094
E-mail: kussmaul@cablenet.com.ar

Rosario

Av. Sabatini 2107 (5800) Río Cuarto
Tel/Fax (0358) 464-5274 / 464-3387
E-mail: kussmaul@arnet.com.ar

Río Cuarto

Web site: www.kussmaul.com.ar



KUSSMAUL



APLICACIONES DE LAS GRASAS Y LOS ACEITES EN LA INDUSTRIA ACEITERA



El valor de la experiencia: dialogamos con el especialista Eduardo Dubinsky

Se desarrolló “Aplicaciones de Aceites y Grasas en Alimentos” en el formato e-learning. El mismo se dictó a través del campus virtual de la asociación, y propone una modalidad que flexibiliza el aprendizaje, permitiéndole a cada alumno un desarrollo basado en su propio ritmo, respetando las instancias evaluativas establecidas por el docente.

En este marco, dialogamos con el especialista Eduardo Dubinsky, docente del curso, acerca de los contenidos. “El curso de aplicaciones fue una introducción a las diferentes aplicaciones de los aceites y las grasas de alimentos, en base a la experiencia y

conocimiento adquirido en empresas que proveen aceites y grasas para alimentos, y en empresas de alimentos que son usuarios de esas grasas y aceites”. Además, resaltó que la finalidad del curso fue brindar un panorama general de lo que necesita la industria de alimentos.

“Este tipo de capacitaciones son importantes ya que si, por ejemplo, se quiere aplicar una materia grasa a un panificado, o conocer las alternativas a la manteca de cacao o a la fritura industrial necesito determinados requerimientos. Dependiendo del uso, ese proceso se complejiza por lo que el conocimiento es

fundamental para obtener un producto que sea rico, saludable y estable. Esta formación es clave para cumplir con los requerimientos del mercado, equilibrando la disponibilidad de las materia primas y sus procesos”.

Asimismo, el especialista concluyó: “una de las puntos que más revolucionó esta industria es la problemática en torno a los ácidos grasos Trans. El resultado fue la constante búsqueda de nuevas opciones para reemplazar estos ácidos grasos que hoy están prohibidas. En este marco, pude compartir con los asistentes mi experiencia de años en este campo”.

CRUSHING PARA PEQUEÑA ESCALA FUE UN ÉXITO



El 30 de octubre finalizó “Crushing para pequeña escala” en nuestro campus virtual.

“Estamos muy agradecidos por la oportunidad que nos brindan desde ASAGA al proponer este tipo de evento en la modalidad de e-learning, ya que podemos acceder a un curso de calidad desde cualquier parte del mundo y en cualquier momento. Para mí esto es muy importante, ya que por mis actividades me resulta muy complicado asistir a un evento presencial”, indicó uno de nuestros participantes.

El evento tenía por objeto que los participantes desarrollen una comprensión integral de las operaciones involucradas en este tipo de

plantas, con sus características específicas, lo que les permitirá optimizar los procesos. Desde la organización del evento esperan que los asistentes hayan compartido conocimientos esenciales relacionados a los principios de procesos, comprendido la funcionalidad de las máquinas que las componen y la operatividad de la planta.

Resaltamos que el docente fue Sebastián Lasgoity, especialista con amplia trayectoria en este campo, quien nos guió en el porqué de la existencia de estas plantas, la estructura y características de las semillas oleagino-

sas. Asimismo, desarrolló las características de una planta típica de extrusión-prensado y todos los aspectos relevantes a la preparación y al conocimiento en detalle de los equipos que intervienen.

Finalmente, se explicó el tratamiento del aceite y los aspectos claves del proceso de desgomado; el control de calidad del expeller/aceite, las mejoras en el proceso (y las distintas metodologías con otras semillas oleaginosas como ser: maíz, girasol, la colza y el maní). Sobre el cierre del evento, incurSIONAMOS en la automatización del proceso.



Equipamiento y servicio especializado para la industria aceitera

Fabricamos sistemas para la limpieza, descascarado, quebrado, laminado, acondicionado, prensado, expandido y granulado de semillas oleaginosas.

- Diseño y fabricación.
- Reparación y/o reconversión de equipos usados.
- Repuestos originales.
- Piezas de recambio.
- Mantenimiento.
- Rayado de rolos de quebradores.
- Rectificado de rolos de laminadores.
- Puesta en marcha.
- Mecanizado de piezas de grandes dimensiones.

Tenemos décadas como proveedores de la industria aceitera, trabajando junto a nuestros clientes de Argentina y el mundo proveyendo soluciones tecnológicas confiables, a la medida de sus desafíos y necesidades.

Ocupamos una posición de liderazgo en el desarrollo de equipos destinados a los procesos de preparación de semillas oleaginosas previo a la extracción por solvente, la extracción mecánica de aceites vegetales y el tratamiento de harinas extractadas.



MAPCA S.A.

Av Filippini 1343
2124 Villa Gobernador Gálvez · Argentina
Tel. +54 341 4921910 / 12 / 14
e-mail: allocco@allocco.com.ar
www.allocco.com.ar

> Máquinas y Equipos

Limpieza, descascarado, quebrado, acondicionado, laminado, expandido, granulado de semillas oleaginosas y tratamiento de harinas extractadas. Desarrollos especiales para proyectos agroindustriales.



Cocinator



Quebrador



Laminador



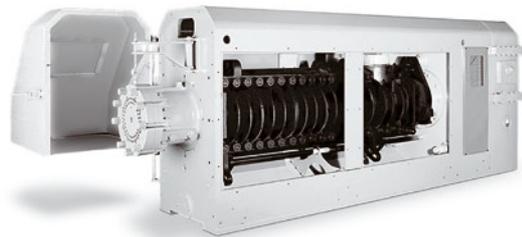
Extrusora



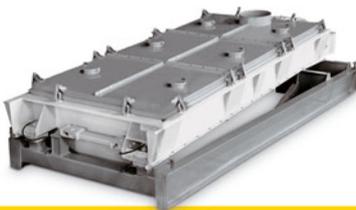
Granuladora



Beater / Tamizador



Prensas: Prepresado · PPU · Extractoconformadora



Zaranda Orbital



Zaranda Plana



Descascaradora



Decantador de Borra



Expander



Secador / Enfriador Horizontal



Cocinator / Secador Rotativo

> Repuestos Originales, Asistencia Técnica y Mantenimiento

Los repuestos y piezas de recambio originales ALLOCCO®, son fabricados con materiales de primera calidad y bajo estrictas normas de control, asegurando la trazabilidad y el stock, minimizando así los tiempos críticos de mantenimiento. También desarrollamos e implementamos programas de mantenimiento preventivo que ayudan a evitar costosas paradas de planta.

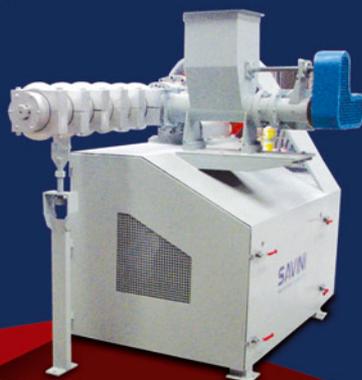


PLANTAS PARA PROCESAMIENTO DE OLEAGINOSAS Y OBTENCIÓN DE BIODIESEL

SAVINI

INDUSTRIAS SAVINI SRL

- ▶ Prensas para girasol, soja y todo tipo de oleaginosas.
- ▶ Asesoramiento integral.
- ▶ Proyectos llave en mano.
- ▶ Extrusión y prensado a partir de 25 Tn/día.



Servicios Integrales para la Industria

- ▶ Cortes por Plasma de alta definición y a Pantógrafo.
- ▶ Plegados, Punzonado y Rolado de Chapas.
- ▶ Mecanizado con Centro y Torno CNC. Tornos paralelos adaptables a cualquier requerimiento.
- ▶ Mantenimiento de máquinas y Equipos.
- ▶ Fabricaciones a Medida.



PiroFlameGas

SISTEMA DE GASIFICACIÓN PARA BIOMASA

- ▶ Diseñado para la transformación química de cualquier materia compuesta por cadenas de carbono (biomasa), en gas de síntesis (syngas) para producir energía térmica y/o eléctrica.
- ▶ Capacidades de generación: 100 kW, 250 kW, 500 kW, 1 MW, 2 MW, 3 MW.



PIONEROS EN SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA

SAVINI

INDUSTRIAS SAVINI SRL



Libertador y Pasteur
Villa Gobernador Gálvez – Santa Fe – Argentina
Tel.: (+54) 0341 492 8180 | 492 9792
e-mail: contacto@industriassavini.com
www.industriassavini.com

· FUTUROS EVENTOS AOCS

Mayo 5-8, 2019

AOCS Annual Meeting
America's Center Convention Complex
St. Louis, Missouri, EE.UU.
<http://www.aocs.org/>

Más Información AOCS:

E-mail: meetings@aocs.org
Teléfono: +1 217-693-4821
Fax: +1 217-693-4865

· OTROS EVENTOS 2018-19

Diciembre 22-23

73rd Annual Convention and "International Conference on Value Addition in Oil, Seeds, Oil and Derivatives through Innovative Technologies"
Varanasi, India
<http://otaiconference.com>

Febrero 3-8

Practical Short Courses on Feeds & Pet Food Extrusion
College Station, Texas, USA
<https://perdc.tamu.edu/extrusion/>

Febrero 20-22

Fats & Oils International Conference & Exhibition
Mumbai, India
<https://www.otaiwz-foic2019.org/>

Marzo 17-19

10th Workshop on Fats and Oils as Renewable Feedstock for the Chemical Industry
Karlsruhe, Alemania
<http://www.abiosus.org/>

ADITIVOS PARA LA INDUSTRIA DEL RENDERING

¡ ESPECIALISTAS EN PROTECCIÓN Y PRESERVACIÓN !



**Antioxidante Líquido
Sin etoxiquina**



**Aditivo Antioxidante Líquido
Máximo retorno económico**



**Antioxidante Líquido
Para Pet food**



Aditivo Bacteriostático



**Aditivo Bacteriostático
Sin formaldehído**



**Aditivo - Antioxidante
Etoxiquina**

¡ CUENTENOS
SU NECESIDAD Y
LE PROPONEMOS
LA SOLUCIÓN !

VENTAJAS DE USO

LÍNEA ANTIOXIDANTES

- Preserva la energía de la fracción grasa
- Mayor vida útil del alimento
- Preserva vitaminas liposolubles (A, D y E)
- Evita el desarrollo de sustancias tóxicas, olores y sabores desagradables

LÍNEA ANTI-BACTERIANOS Y ANTI-FÚNGICOS

- Preserva el alimento de la contaminación bacteriana y fúngica.
- Eleva el nivel de bioseguridad en la fábrica de alimentos.
- Menor incidencia de diarreas y uso de antibióticos.
- Mayor absorción del alimento por mejor estado del epitelio intestinal



Rutherford 4503 (B1615GYC) | Grand Bourg - Buenos Aires
info.biotay@pahc.com | Tel.: 03327 444567
www.biotay.com | www.pahc.com





MÁS DE 30 AÑOS
AGREGANDO VALOR
A LA CADENA
AGROINDUSTRIAL

www.terminal6.com.ar



Genética: de la herencia a la fábrica de sustancias



AUTORES: EDMUNDO RÉ¹ Y MARÍA FLORENCIA RÉ²

¹ Dirección Editorial de A&G

² Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR) CONICET, Laboratorio de Virología Humana, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario.

Trabajo original preparado especialmente para A&G.

Resumen / Abstract

La genética, desde las leyes de la herencia, formuladas por Mendel, las estructuras moleculares que forman el ADN y constituyen la base de la transmisión hereditaria, hasta las manipulaciones genéticas que conducen a los organismos genéticamente modificados de hoy día, son presentados en este artículo, como un aporte para los lectores de A&G, interesados en el conocimiento de este campo científico que tiene un desarrollo superlativo y que ha revolucionado el concepto de organismo, en cuanto a un eslabón en la cadena del desarrollo de la vida en nuestro planeta.

Genetics, from the laws of inheritance, formulated by Mendel, the molecular structures that form the DNA and constitute the basis of hereditary transmission, up to the genetic manipulations that lead to the genetically modified organisms of today, are presented in this article, as a contribution for the readers of A & G, interested in the knowledge of this scientific field that has a superlative development and that has revolutionized the concept of organism, as for a link in the chain of the development of life in our planet.

Palabras claves / Key words

Genética; ADN; ácido desoxirribonucleico; cromosoma; gen; ingeniería genética; biotecnología.

Genetics; DNA; deoxyribonucleic acid; chromosome; gene; genetic engineering; biotechnology.

Nota introductoria: En el presente artículo, que tiene por objeto acercar al lector a un tema apasionante y complejo como es la genética, frecuentemente se hace referencia a ejemplos propios del ser humano, con los que el lector puede estar más familiarizado, lo que no excluye la generalización al resto de los seres vivos.

Tiene los ojos de la madre, dice categóricamente la abuela materna, mientras la tía del padre reclama una parte de la herencia: pero las orejas son del padre ... esta escena se repite frente a cada recién nacido y cuando son gemes

los indistinguibles son “como dos gotas de agua”, para sintetizar un parecido que nos asombra y conmueve. En la calle, mientras tanto, desde una ventana entreabierta se escucha a Serrat que nos dice, entre melancólico y filosófico:... *A menudo los hijos, se nos parecen...*

Enfrente, en una lenta carrera por alcanzar las nubes, dos portentosos vegetales, un eucaliptus y un pino, ya centenarios, que nacieron casi simultáneamente, de unas semillas de pocos milímetros de largo, hacen que cada una de sus miles de hojas características, año tras año y día tras día sean capaces, entre otras incontables funciones, vita-

les como la fotosíntesis, de sintetizar los aromas propios de cada especie.

¿Qué claves se transmiten de padres a hijos y de qué modo se logran las semejanzas que nos asombran e intrigan? ¿De qué manera la hoja más recóndita del pino o del eucaliptus “sabe” cómo debe fabricar ese aroma característico?

El nombre científico del maní común o cacahuete es *Arachis hypogaea*, la segunda parte del nombre “hypogaea” hace referencia a que el fruto se desarrolla completamente bajo tierra, en efecto, una vez completada la floración, el pedúnculo floral se alarga hacia el suelo hasta

clavarse en él y continuar el desarrollo subterráneo de la vaina. ¿Qué mecanismos producen y regulan semejante comportamiento? ¿Dónde están guardadas las instrucciones para que todo esto ocurra?

Volviendo a la escena del nacimiento, en el pasillo, abuelos y tíos discuten sobre la actualidad, comentando un acontecimiento reciente, uno afirma: "... *ese comportamiento está en los "genes" de esa agrupación política...*", haciendo referencia a un comportamiento característico e ineludible que se repite igual en cada ocasión. Aunque no tiene que ver con la biología, la referencia a los genes muestra de qué modo se acepta la presencia y acción de un patrón repetitivo que se manifiesta, salvando las distancias, como en la herencia biológica.

• **Genética, gen y genoma**

Genética deriva del latín moderno *geneticus* 'relativo al origen' y significa: Parte de la biología que trata de la herencia y de lo relacionado con ella.

Gen

Según el DRAE¹, gen es la 'Secuencia de ADN² que constituye la unidad funcional para la transmisión de caracteres hereditarios'. La acepción ya nos da claves sobre dónde está y se guarda la información.

Genoma

El genoma es el conjunto de genes contenidos en los cromosomas³, lo que puede interpretarse como la totalidad del material genético que posee un organismo o una especie en particular, ver Figura 1. El genoma en los seres eucariotas⁴ comprende el ADN contenido en el núcleo, organizado en cromosomas.

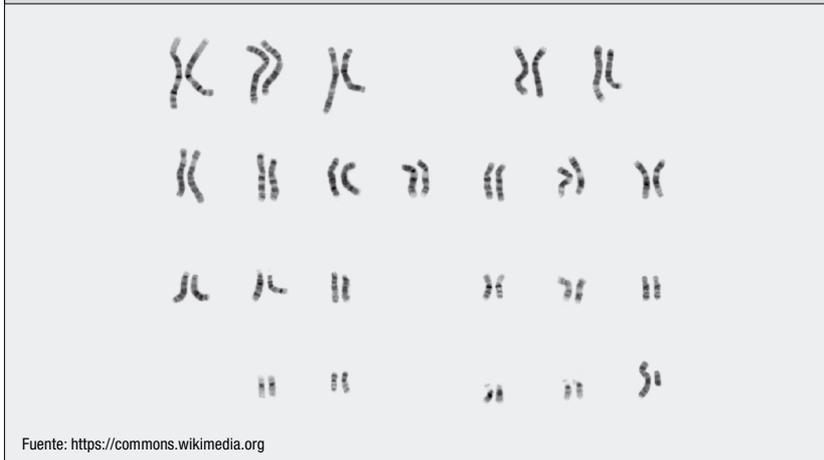
• **Un poco de historia**

La observación de la transmisión de rasgos característicos de progenitores a descendientes viene desde la antigüedad. Hace unos 10.000 años, cuando

el hombre empezó a cultivar plantas específicas y a domesticar animales, aprendió a mejorar los cultivos y los animales domésticos mediante la reproducción selectiva de individuos con características deseables. El primero que propuso un mecanismo para la herencia fue Hipócrates (¿460? - ¿377? a. C.), pensaba que ciertas partículas específicas o "semillas" son producidas por todas las partes del cuerpo y se transmiten a los hijos en el momento de la concepción, estas ideas fueron rechazadas por Aristóteles (384-322 a. C.). El preformacionismo, sostenido por Leucipo (s. V a. C.) y Demócrito (c. 460 a. C. - c. 370 a. C.) proponía que el desarrollo de un embrión no es más que el crecimiento de un organismo que estaba ya preformado, por otra parte, el epigenetismo, sostenía que el organismo no está previamente formado, sino que se desarrolla como resultado de un proceso de diferenciación a partir de un origen material relativamente homogéneo. La teoría de la herencia por mezcla suponía que los caracteres se transmiten de padres a hijos mediante fluidos corporales que, una vez mezclados, no se pueden separar, de modo que los descendientes tendrán caracteres que serán la mezcla de los caracteres de los padres. Esta teoría, fue defendida incluso por Charles Darwin.

Con un salto histórico de 2000 años, donde no hubo progresos, Leeuwenhoek (1632-1723) fabricó lo que sería el primer microscopio y dentro de sus muchas observaciones descubrió los espermatozoides moviéndose en el semen de varios animales, incluido el humano. En una carta enviada a la Royal Society en 1677, mencionó por primera vez los espermatozoides, en la que habla de "animáculos", muy numerosos en el esperma.

Figura 1 - Una imagen de los 46 cromosomas (23 pares) que constituyen el genoma diploide⁵ de un varón [1]. Obsérvese el último par de cromosomas (que se ve como la palabra "Si"), es evidente la diferencia de los cromosomas del par: el de la izquierda es el cromosoma X, aportado por la madre, el de la derecha el cromosoma Y aportado por el padre. Debido a la presencia de un cromosoma X y uno Y, el portador es un varón. Ver la Figura 12 que representa el conjunto de los cromosomas de una niña, donde se pueden apreciar dos cromosomas XX, cuya presencia determina el sexo femenino.



Fuente: <https://commons.wikimedia.org>

1 Diccionario de la Real Academia Española
 2 ADN. Acrónimo de ácido desoxirribonucleico. Ver más adelante.
 3 En biología, se denomina cromosoma (del griego chroma, color y soma, cuerpo o elemento) a cada una de las estructuras altamente organizadas, formadas por ADN y proteínas, que contiene la mayor parte de la información genética de un individuo. Ver más adelante.
 4 Eucariota: Se refiere a las células que tienen un núcleo diferenciado donde se encuentra el material genético (ADN) de la célula.
 5 Diploide es una célula, un organismo o un tejido que cuenta con dos juegos de cromosomas.

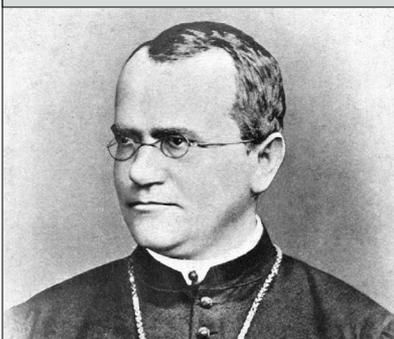
Gregor Mendel descubridor de las leyes básicas de la herencia genética.

Las leyes de la herencia fueron propuestas por Gregor Mendel, Figura 2, un monje agustino austriaco. Entre los años 1856 y 1863, Mendel cultivó y estudió cerca de 28.000 plantas de la especie *Pisum sativum* (guisante o arveja común). Sus experimentos le llevaron a concebir tres generalizaciones, que después serían conocidas como Leyes de Mendel. (Ver recuadro).

Mendel empleó una experimentación rigurosa y sistemática, expresando sus resultados observacionales en forma cuantitativa mediante el recurso de la estadística, poniendo de manifiesto una postura epistemológica novedosa para la biología, por lo que suele ser reconocido como el paradigma del científico que, a partir de la metódica observación libre de prejuicios, logró inferir inductivamente sus leyes.

Recién en 1900 y al redescubrir el trabajo de Mendel, ignorado durante mucho tiempo, comenzó el estudio científico de la herencia genética, con nuevos recursos técnicos, aunque faltaba descubrir en qué estructuras se “guardaba” la información genética, que es fielmente traspasada de generación en generación. En 1953 Watson y Crick, basándose en estudios previos realizados por Rosalind Franklin,

Figura 2 - Gregor Mendel



Fuente: <https://rasyonalist.org>

postulan la estructura de doble hélice del ADN. Comienza entonces la etapa actual, en la que se obtuvo el Genoma Humano (2001) y de muchas especies animales y vegetales y es posible modificar a voluntad aspectos morfológicos y bioquímicos de diversas especies a través de la Ingeniería Genética.

• ADN, cromosomas y genes

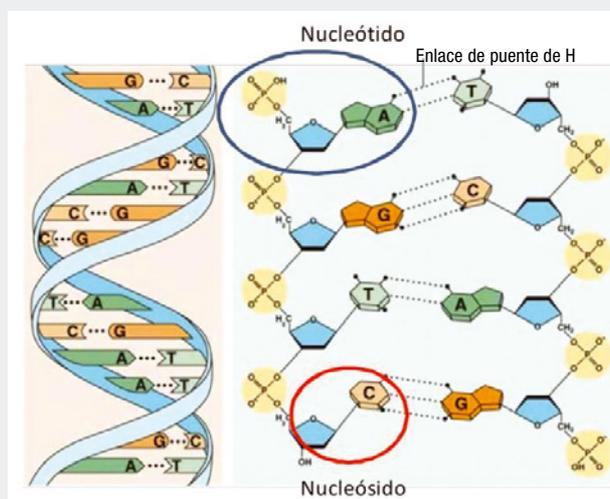
Ácido desoxirribonucleico (ADN)

El ácido desoxirribonucleico (ADN), es una macromolécula que contiene, en forma codificada, todas las instrucciones genéticas para el desarrollo completo y el funcionamiento de todas y cada una de las células de los organismos vivos. Esa información además es transmisible a los descendientes (transmisión hereditaria). La función principal de la molécula de ADN es el almacenamiento a largo plazo de la información para construir réplicas del ADN y otros com-

ponentes de las células, como las proteínas y las moléculas de ARN⁶ y en definitiva, un organismo completo y complejo como un ser humano. Los segmentos de ADN que llevan esta información genética son llamados genes, pero existen otras secuencias del ADN que tienen propósitos estructurales o participan en la regulación del uso de esta información genética.

El ADN es una molécula gigantesca, formada por dos cadenas lineales apareadas, en las que se repite una determinada secuencia de grupos de átomos (monómeros) denominados nucleótidos, formando un polímero o polinucleótido (ver Figura 3). Cada nucleótido, a su vez, está formado por un grupo fosfato (PO_4^{3-} derivado del ácido fosfórico), la desoxirribosa (un glúcido o azúcar⁷ de 5 átomos de carbono, o sea una pentosa), en configuración de anillo y una base⁸ nitrogenada de entre cuatro posibles. Las bases, unidas individualmente al anillo de la desoxirribosa, pueden ser adenina

Figura 3 - Representación esquemática del ADN. A la izquierda, las cintas azules representan la estructura de soporte de cada cadena de ADN, formada por las unidades de grupos fosfato y azúcar (desoxirribosa) de cada nucleótido. Hacia el centro de la hélice se orientan las bases nitrogenadas A, T, G, C. A la derecha se representa en detalle la estructura de la doble cadena, los grupos fosfato PO_4^{3-} en color amarillo, los anillos de desoxirribosa en azul y cada una de las bases nitrogenadas con la letra correspondiente. Obsérvese la disposición de las bases A-T y G-C de las cadenas enfrentadas, unidas por puente de H, indicado con líneas punteadas. Se forman dos puentes de H en la unión T-A y tres en la unión G-C.



Fuente: www.natura-medioambiental.com

⁶ Ácido ribonucleico. Ver más adelante.

⁷ Azúcar en sentido amplio y no referido a la sacarosa como edulcorante de uso corriente.

⁸ Base en el sentido de propiedad opuesta al carácter ácido.

Las leyes de Mendel

Las observaciones de Mendel sobre las plantas de arveja se basaban en el estudio de ciertas características particulares y fácilmente reconocibles a la vista, como por ejemplo: el color de las semillas, amarillas o verdes y a su vez si eran lisas o rugosas.

Las tres leyes de Mendel explican y predicen cómo van a ser los caracteres físicos (fenotipo⁹) de un nuevo individuo. En lo que sigue se representan los caracteres hereditarios de color de las semillas: Expresando con letras mayúsculas los dominantes (**A** = amarillo) y minúsculas los recesivos (**a** = verde^a). Además Mendel había encontrado que cada carácter hereditario se presenta como un par (en lugar de unitariamente) para cada progenitor (segunda Ley), de modo que cuando se establecen las características heredadas de los hijos, existen cuatro combinaciones posibles. El concepto de dominancia (postulado por Mendel) establece que una característica (color) de uno de los padres (color amarillo de las semillas) se manifiesta en los hijos de la primera generación (característica de color dominante), mientras que la misma característica del otro progenitor (color verde de las semillas) no se manifiesta en los hijos (característica de color recesiva), aunque sigue presente en la carga genética.

1ª Ley de Mendel: Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial. (Actualmente en algunos casos no es considerada una verdadera ley)

Establece que al cruzar un individuo de raza pura de una especie, lo que significa que los dos elementos del par de caracteres hereditarios son iguales (**AA** – color amarillo, dominante), con otro individuo de raza pura de la misma especie pero portador del carácter recesivo (**aa** – color verde, recesivo); los descendientes de la primera generación serán todos iguales entre sí, independientemente de la dirección del cruce

miento, lo que se representa: **AA** × **aa** = **Aa**, **Aa**, **Aa**, **Aa**. Cada hijo es portador de las características de los padres, pero solamente se expresa la característica dominante (**A**). La otra característica (**a**) recesiva, si bien no se manifiesta en esta generación, está presente en la carga genética y se va a manifestar en otros descendientes.

El conjunto de caracteres heredados de cada individuo se denomina genotipo, mientras el conjunto de caracteres que se expresan y son reconocibles en un individuo se denomina fenotipo.

Las variantes posibles en un cruzamiento se pueden representar gráficamente en un cuadro (cuadro de Punnett) lo que ayuda a su interpretación.

	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

2ª Ley de Mendel: Principio de la segregación

En cada progenitor, cada uno de los caracteres hereditarios (en los ejemplos, color de las semillas) se presenta como un par. Durante la formación de las células sexuales, (específicas para la reproducción), cada uno de los caracteres del par se separa y se incorpora a una célula sexual. De esta manera, cada uno de los progenitores aporta un solo carácter para determinar la constitución genética del hijo. Esto significa que en las células somáticas¹⁰, una característica proviene de la madre y otra del padre.

Mendel obtuvo esta ley al cruzar diferentes individuos hijos de padres de razas puras, pero portadores de las dos variantes del mismo gen: **Aa** (ver 1ra. Ley) y pudo observar que 3/4 de las semillas eran de piel amarilla y el 1/4 restante de color verde (proporción 3:1). Esquemáticamente **Aa** × **Aa** = **AA**, **Aa**, **Aa**, **aa**, obsérvese que la característica visible (fenotípica **A**) es la misma

(por efecto de la dominancia) en tres individuos del total de cuatro.

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

3ª Ley de Mendel: principio de la distribución independiente de los alelos

En ocasiones es descrita como la 2ª ley, en caso de considerar solo dos leyes. Mendel concluyó que diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por lo tanto el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro. Solo se cumple en aquellos genes que no están ligados (es decir, que están en diferentes cromosomas) o que están en regiones muy separadas del mismo cromosoma. En este caso la descendencia sigue las proporciones establecidas por la estadística. Representándolo con letras, de padres con dos características **AALL** y **aall**, donde cada letra representa una característica o rasgo, **A** o **a** se refiere al color y **L** o **l** a la característica: lisa o rugosa (arrugada) y la dominancia por la mayúscula o minúscula. Por entrecruzamiento de razas puras (1ª Ley), aplicada a dos rasgos, resultarían: **AL** × **al** = **AL**, **Al**, **aL**, **al**. La descendencia resulta con la distribución representada en el cuadro.

	AL	Al	aL	al
AL	AL-AL	Al-AL	aL-AL	al-AL
Al	AL-Al	Al-Al	aL-Al	al-Al
aL	AL-aL	Al-aL	aL-aL	al-aL
al	AL-al	Al-al	aL-al	al-al

Como conclusión tenemos: 9 con **A** y **L** dominantes, 3 con **a** y **L**, 3 con **A** y **l** y 1 con genes recesivos **aall**. O sea: 9 semillas amarillas y lisas, 3 verdes y lisas, 3 amarillas y rugosas y 1 verde y rugosa.

Modificado a partir de: https://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Mendel

^a Mendel utilizó (y se sigue utilizando) la letra mayúscula para el carácter (de color) dominante: Amarillo (dominante) representado por **A**; el carácter recesivo se indica con **a**, se mantiene la misma letra, aunque en formato minúscula, a pesar que la expresión de ese carácter sea de semillas de color verde.

⁹ Fenotipo es cualquier característica observable de un organismo (ver más adelante).
¹⁰ Célula somática: cualquiera de todas las células del cuerpo de un organismo, exceptuadas las células reproductivas, óvulo y espermatozoide en los seres humanos y animales.

(A), timina (T), citosina (C) o guanina (G), ver Figura 4.

Las unidades de grupos fosfato y azúcar (desoxirribosa) de cada nucleótido, se van uniendo alternadamente con cada uno de los dos nucleótidos vecinos, en una secuencia: ...azúcar-fosfato-azúcar-fosfato... lo que constituye el "esqueleto" de la cadena de ADN. Ver Figura 5.

Ambas cadenas azúcar-fosfato corren en direcciones opuestas o antiparalelas. En la estructura de doble cadena helicoidal del ADN, ambas cadenas están unidas mediante las bases nitrogenadas complementarias enfrentadas hacia la parte

central del helicoide. La base adenina se une con la timina y la guanina se une a la citosina, mediante enlaces de puente de hidrógeno. Se forman dos puentes de hidrógeno en la unión T-A y tres en la unión G-C. Como la adenina y la guanina son de mayor tamaño que la timina y la citosina, las uniones A-T y G-C resultan de la misma longitud, lo que permite que la separación de las cadenas individuales enfrentadas se mantenga constante. La disposición secuencial de estas cuatro bases a lo largo de la cadena es la que codifica la información genética. El orden de las bases A, T, C y G determina el significado de la información codificada en esa parte de la molécula de

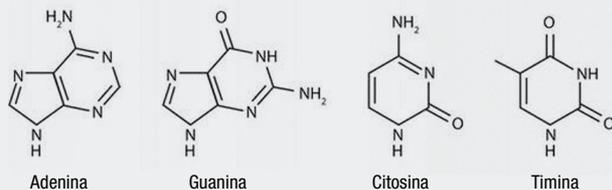
ADN, de igual manera que en el lenguaje escrito el orden de las letras determina a una palabra y su significado. Aunque los nucleótidos se presentan en cualquier orden, debido a la complementariedad de las bases nitrogenadas la secuencia (5')-TTCAGTA-(3') de una cadena se corresponde con la secuencia (3')-AAGTCAT-(5') de la otra cadena.

Cromatina y cromosomas

La **cromatina** es el conjunto de ADN y de proteínas que se encuentra en el núcleo de las células. Es la sustancia que compone químicamente a los **cromosomas**. En la preparación para la división celular la cromatina se compacta, dando lugar a la formación de cuerpos visibles llamados cromosomas (Figura 1), por lo tanto, los términos cromatina y cromosomas se refieren a lo mismo, uno en un estado desenrollado (cromatina) y otro en estado compacto (cromosomas).

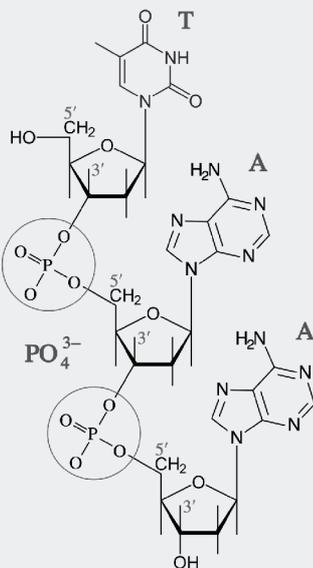
Los cromosomas fueron los primeros elementos portadores de características

Figura 4 - Bases nitrogenadas del ADN. El ADN de todas las especies tiene las mismas cuatro bases nitrogenadas.



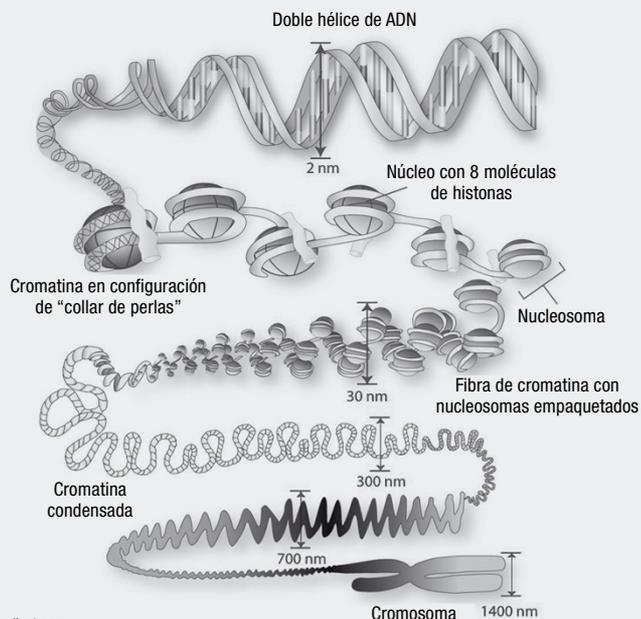
Fuente: www.ck12.org

Figura 5 - Enlace fosfodiéster: El grupo fosfato (PO₄³⁻), (dentro del círculo), une el carbono 5' de una molécula de azúcar (desoxirribosa, anillo pentagonal) de un nucleósido con el carbono 3' del siguiente. Se ven en este diagrama tres de las bases nitrogenadas: una molécula de timina (T) y dos de adenina (A).



Fuente: https://es.wikipedia.org

Figura 6 - Representación, muy simplificada, del proceso de condensación de la cromatina. 1) cadena helicoidal de ADN, 2) la cadena de ADN se enrolla sobre un núcleo de 8 histonas formando un nucleosoma, (esta configuración a modo de cuentas ensartadas se conoce como "collar de perlas"), 3) la cadena de nucleosomas se enrolla dos veces consecutivas sobre sí misma. 4) estos enrollamientos se pliegan formando ondas, que finalmente se compactan en cada uno de las dos cromátidas apareadas en el cromosoma (figura en forma de X acostada). (nm: nano metro. 1 nm = 1 millonésima de mm = 10⁻⁶ mm).



Fuente: www.dicyt.com

hereditarias observados por microscopía óptica. Debido al uso de tinciones o coloraciones con el fin de mejorar la observación microscópica de partes diferenciadas, que permite destacar unas estructuras de otras, en esas primeras observaciones se visualizaron “cuerpos” (soma) fuertemente coloreados (cromo) de donde deriva el nombre de cromosoma, denominación que hace referencia más a su aspecto que a su rol como soporte de información genética.

La cadena doble helicoidal de ADN sufre una serie compleja de enrollamientos y pliegues a fin de ser altamente compactada y empaquetada en los cromosomas en un proceso que se denomina condensación, ver Figura 6. Completamente desenrollada, una molécula de ADN humano tiene una longitud aproximada de 2 m. La finalidad de la condensación es mantener una estructura ordenada que pueda a su vez desenrollarse ordenadamente para el proceso de copia.

En una célula con núcleo (célula eucariota), los cromosomas se encuentran precisamente en el núcleo, representado en la parte superior de la Figura 7; hacia abajo en la misma Figura se representa

la estructura del ADN ampliada a medida que se despliega o desenrolla (ver Figura 8), (como paso previo a su duplicación), primero como una superhélice que se desenrolla en una hélice simple, y que a su vez se desenrolla de las histonas (proteínas específicas), más abajo aún se muestra la doble hélice característica del ADN, mostrando al final de la secuencia, las bases A, T, G, C que interconectan las dos cadenas de nucleótidos enrolladas sobre sí mismas.

La molécula de ADN, como portadora de la información genética, debe satisfacer al menos los siguientes requisitos¹¹:

- 1) Llevar la información genética de la célula madre a las células hijas y de generación en generación. Además, debe llevar gran cantidad de información e instrucciones para generar un organismo completo, desde una bacteria, un árbol, un animal, o un ser humano.
- 2) Contener la información para hacer una copia exacta y completa de sí misma, dado que se copia en cada división celular.
- 3) Ser químicamente estable, de otro

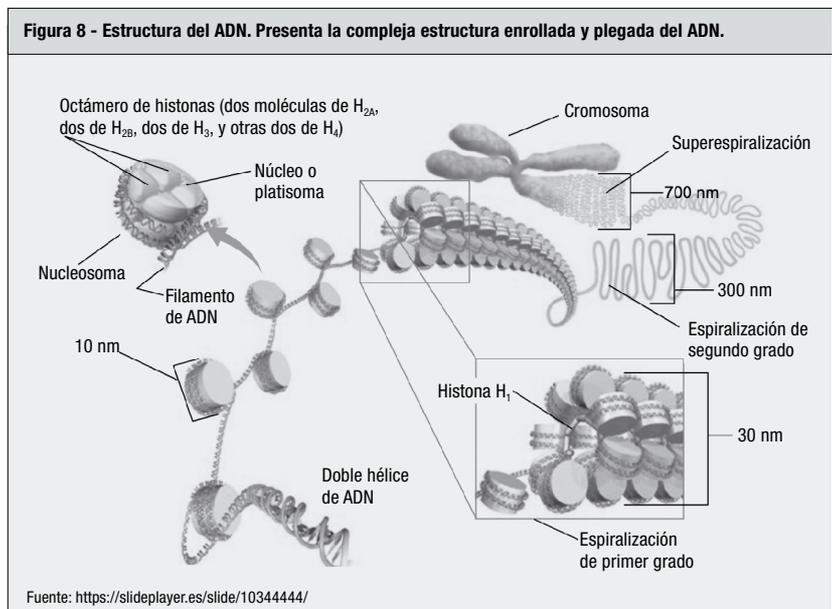
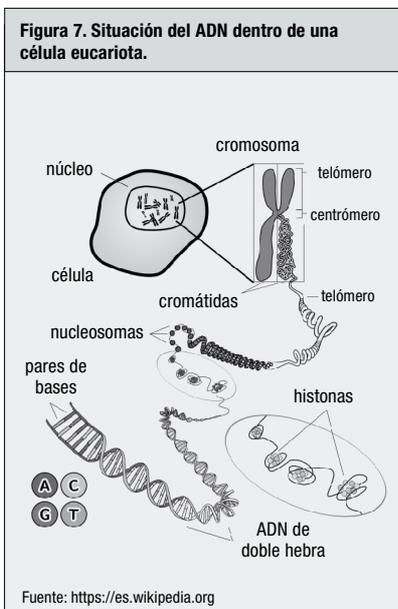
modo, no podría llevar información idéntica de generación en generación y los descendientes no se parecerían a los progenitores.

- 4) Ser capaz de mutar. Cuando un gen cambia, o sea, si se produce un “error” con respecto al original, ese cambio o error debe ser copiado tan fielmente como si fuera la copia original, de otro modo no habría variación genética y, en consecuencia, no habría variación por selección natural.

Gen, alelo, fenotipo

El **gen** es la unidad molecular de la herencia genética, es donde se localiza la información genética específica y a su vez permite transmitirla a la descendencia. Los genes se encuentran en los cromosomas, ocupando una posición determinada llamada **locus**. El conjunto de genes de una especie se denomina genoma.

Molecularmente el gen es una secuencia de nucleótidos contiguos en la molécula de ADN (ver Figura 9), que contiene la información necesaria para la síntesis de moléculas determinadas, esto es, diver-



¹¹ Curtis *et al.* Biología. 6ta. Edición. Editorial Médica Panamericana. 2006.

dos tipos de proteínas con funciones celulares concretas, es decir, vinculadas al desarrollo o al funcionamiento celular (Figura 10).

El **alelo** es cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen, que se diferencian en su secuencia de bases en el ADN y que se puede manifestar en modificaciones concretas de la función de ese gen (producen variaciones en características heredadas como, por ejemplo, el color de ojos o el grupo sanguíneo).

Por ejemplo, el color de la semilla de las arvejas (guisantes) que utilizó Mendel, está determinado por un gen específico, que a su vez presenta dos alelos: uno que determina el color verde y otro que determina el color amarillo. En función de su modo de expresión se pueden clasificar en: alelos dominantes, son aquellos que se expresan en el fenotipo de los individuos; o alelos recesivos, son los que no se expresan en el fenotipo de los individuos, pero están presentes en su carga genética (**genotipo**).

El **fenotipo**¹² determina las características detectables de un organismo (estructural, bioquímico, fisiológico o conductual), y está determinado por la interacción entre su genotipo y su medio, lo que se puede expresar como:

$$\text{Fenotipo} = \text{Genotipo} + \text{Medio Ambiente}$$

• **División o reproducción celular**

Dos tipos de células

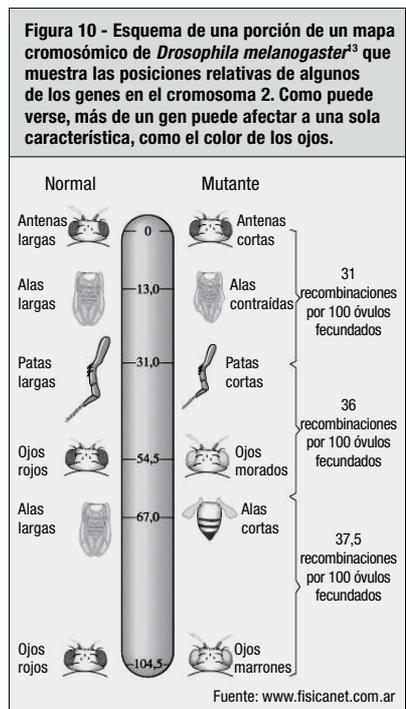
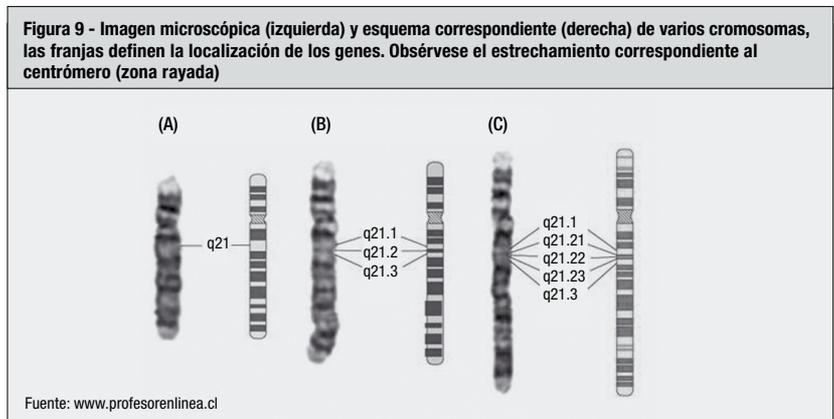
En un organismo multicelular existen dos tipos de células: a) Las **células sexuales** que son específicas para la reproducción, como los óvulos y los espermatozoides en los humanos y otros animales; es posible destacar que también en las plantas con flores existen los óvulos (que van a formar las semillas) y el polen, portador de la carga genética masculina. b) Las **células somáticas**, (soma = cuerpo) son todas las del resto del cuerpo, con sus innumerables funciones específicas: células musculares, de la piel, sensibles como las de la retina o las auditivas, secretoras como las de las glándulas, etc.

En un organismo vivo pluricelular, cada una de todas sus células se encuentra en una de dos etapas: una es la **interfase**, corresponde a la célula que está cumpliendo sus funciones vitales específicas en cada tejido del cuerpo (célula somática), la otra etapa es la **reproducción celular**, la que es diferente según el tipo de célula: a) las células somáticas se duplican generando dos células hijas idénticas, cada una con una copia completa del ADN de la célula progenitora; b) en las células sexuales, solamente una de las dos cadenas que forman el ADN pasa a cada célula hija. Por lo cual, en los dos casos es necesario asegurar que toda la carga genética de la célula progenitora pase completa y sin cambios a

las dos células hijas. Para asegurar esta condición, se hace una copia exacta del filamento de ADN original, (un error en la copia significa un cambio en la información genética, lo que se conoce como **mutación**).

Durante la interfase el ADN permanece como cromatina, un filamento en el cual no es fácil reconocer partes específicas. Cuando comienza el proceso de duplicación y división del material genético, en preparación a la división celular, esa maraña de hebras inicia un fenómeno de condensación progresivo que permite visualizar cada uno de los cromosomas.

Cada cromosoma (**cromátida**) tiene una región condensada, o constreñida, llamada centrómero, (ver Figura 9) que confiere la apariencia particular a cada cromosoma y que permite clasificarlos según la posición del centrómero a lo largo del cromosoma. Cuando se examina la longitud de tales cromosomas y la situación del centrómero surge el segundo rasgo general: para cada cromosoma con una longitud y una posición del centrómero determinada existe en el núcleo otro cro-



¹² <https://es.wikipedia.org/wiki/Fenotipo>

¹³ *Drosophila melanogaster* o Mosquita de la fruta. Uno de los organismos utilizados en un sinnúmero de investigaciones genéticas desde el principio del siglo XX.

mosoma con características idénticas, o sea, los cromosomas se encuentran formando pares. Los miembros de cada par se denominan cromosomas homólogos. Cuando se prepara la división celular, el par de cromosomas (cromátidas) homólogos se unen por el centrómero (tomando la configuración de una X) para que, conforme progresa la división celular, se asegure que cada célula hija posea una copia completa de cada cromosoma, en un momento del proceso las dos cromá-

tidas se separan y migran hacia los extremos opuestos de la célula en división, que posteriormente se estrangula y da lugar a las dos células hijas, cada una de las cuales cuenta con una de las cromátidas separadas previamente.

En la Figura 12, a la derecha, se observan todos los cromosomas de un ser humano en etapa de interfase, coloreados mediante una técnica especial de tinción que permite identificar la presencia de pares

de cromosomas homólogos. En el cuadro de la izquierda se han ordenado por parejas de homólogos y por su longitud, siguiendo un criterio de tamaño, entre otras características, lo que se denomina cariotipo. Puede observarse que en este cariotipo hay 46 cromosomas (o sea, $2n = 46$ o 23 pares) que es el número cromosómico de la especie humana. También se puede observar que para cada cromosoma la coloración no es homogénea, sino que se notan franjas oscuras y claras, en estas zonas diferentes se alojan los genes. El último par, el número 23 es el que termina el sexo del individuo, en este caso de una niña (obsérvese los dos cromosomas X abajo a la derecha). Otra observación que se puede realizar es que el número de cromosomas de los individuos de la misma especie es constante. La variación anormal del número de cromosomas determina la aparición de una enfermedad o síndrome hereditario, como es el caso del síndrome de Down, que está determinado por tres copias (trisomía) del cromosoma 21.

Las parejas de cromosomas homólogos que se observan en la imagen de la Figura 12 tienen, además, una semejanza genética fundamental: presentan los mismos genes situados en los mismos lugares a lo largo del cromosoma (a dichos lugares se los denomina locus, o loci en plural). Esto indica que cada miembro del par de cromosomas homólogos lleva la misma información genética en los mismos lugares del cromosoma. En organismos con reproducción sexual, uno de los miembros del par de cromosomas homólogos proviene de la madre (a través del óvulo) y el otro del padre (a través del espermatozoide).

Una excepción importante al concepto de parejas de cromosomas homólogos es que en muchas especies los miembros de la pareja de los cromosomas sexuales no tienen el mismo tamaño, ni igual situación del centrómero, ni la misma proporción entre los brazos o, incluso, no tienen los mismos loci. Por ejemplo, el cromosoma Y (que determina el sexo masculino en humanos) es de menor tamaño

Figura 11 - Diagrama esquemático de un cromosoma ya duplicado y condensado. Cromátida, cada una de las partes idénticas de un cromosoma luego de la duplicación del ADN. Centrómero, el lugar del cromosoma en el cual ambas cromátidas se tocan (no se cruzan).

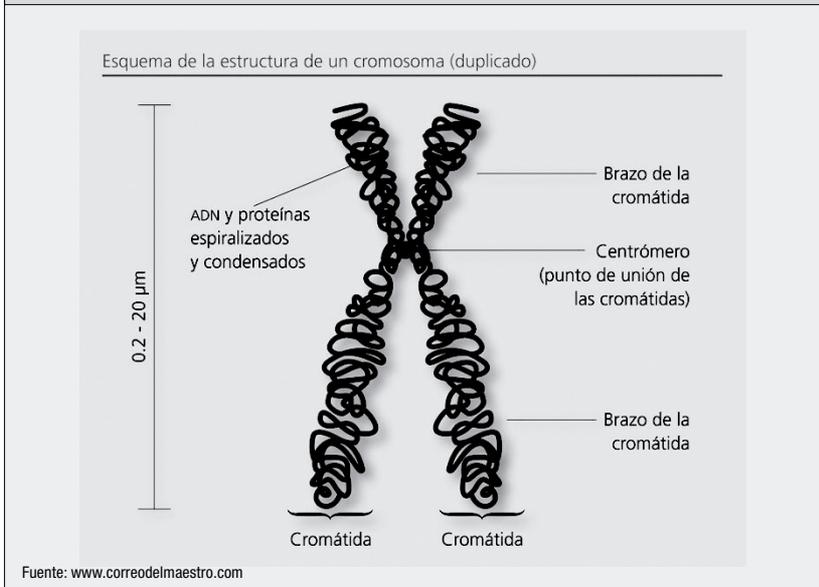
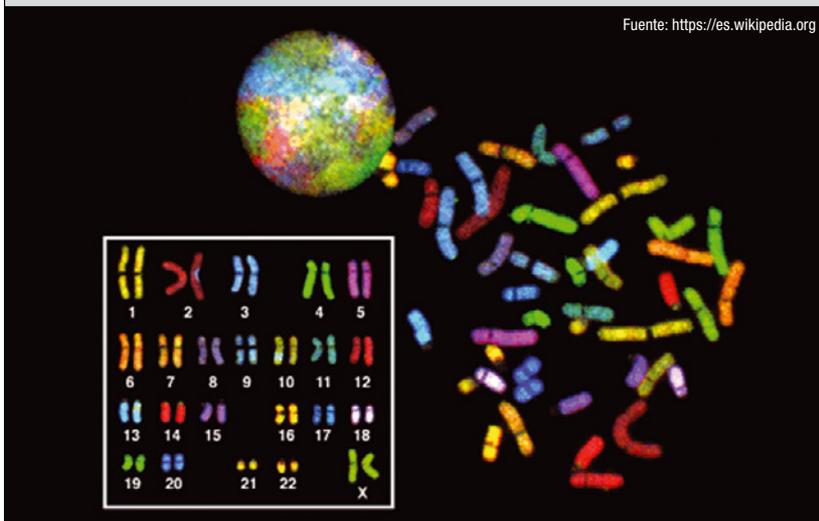


Figura 12 - Cariotipo espectral, el cariograma (en el recuadro) se obtiene luego de la identificación y clasificación de los cromosomas. El cariotipo que se muestra corresponde a un individuo de sexo femenino ya que se observan dos cromosomas X.



y carece de la mayoría de los loci que se encuentran en el cromosoma X.

Recapitulando, la molécula de ADN, en la que una de las cadenas de la doble hélice es original del ADN y la otra se formó por replicación, posteriormente se compacta por un proceso de condensación, que implica enrollamientos y pliegues, (ver Figura 6) en los que intervienen proteínas específicas, dando lugar a pares homólogos condensados, denominados cromátidas cuando están separados, aunque como son portadores de toda la información genética también se denominan cromosomas, estos pares de cromátidas, réplicas exactas uno de otro, se unen por un punto más o menos central, adoptando una forma de X (no confundir con el cromosoma X de transmisión de caracteres sexuales). Cuando la célula madre se reorganiza para la división, esos pares ordenados se separan, de modo que en cada célula hija quede una sola de las cromátidas (cromosomas) de cada par, eso asegura la uniformidad en la distribución de las características hereditarias en cada célula hija.

Por otra parte, en la división celular que corresponde a la formación de las células sexuales, cuando los pares de cromátidas homólogos se juntan para formar el cromosoma (con forma de X) hay un apareamiento entre los filamentos vecinos, Figura 13, produciéndose un intercambio de genes, de modo que cuando las cromátidas se vuelven a separar, ya no son idénticas a las que se juntaron, esto introduce cambios en la información genética y hace que los hijos no sean réplicas exactas de los padres.

Además, cada célula sexual contiene solo uno de los dos cromosomas homólogos, de modo que cuando se reúne con el material cromosómico que aporta la otra célula sexual se completa el número de cromosomas que porta la información genética completa de ambos padres.

Brevemente: Cada una de las células de los seres humanos posee 46 cromosomas, o sea 23 pares de cromosomas

homólogos, las células sexuales de ambos padres llevan uno solo de los cromosomas homólogos de cada par, o sea 23 cromosomas. Cuando se juntan las dos células sexuales y forman la primera célula completa (cigoto) de un nuevo individuo (el hijo), cada una de las células progenitoras aporta un solo homólogo de cada cromosoma, lo que restituye el número de 46 cromosomas o 23 pares.

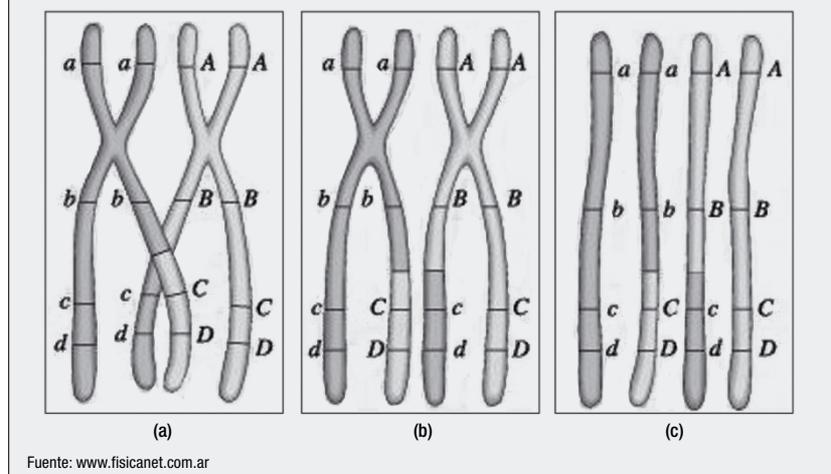
• **Replicación del ADN**

En la replicación del ADN la doble hélice original es desenrollada, se abre como

una cremallera, por ruptura de los puentes de hidrógeno entre las bases complementarias, en puntos determinados y cada hebra hace de plantilla para la síntesis de la nueva cadena. Una enzima específica, añade los nucleótidos complementarios a los de la cadena original. Figura 14.

La replicación es el mecanismo de duplicación del ADN. De esta manera de cada molécula de ADN, se obtienen dos "réplicas" idénticas completas. Esta duplicación se produce con un mecanismo semiconservador, lo que indica que cada una de las dos cadenas com-

Figura 13 - Apareamiento entre cromosomas homólogos (a), intercambio de genes (b), cromátidas con genes distintos a los originales de los progenitores (c).



Fuente: www.fisicanet.com.ar

Figura 14 - Duplicación de la cadena de ADN



Fuente: www.correodelmaestro.com

plementarias del ADN original, (también denominada parental o “vieja”), al separarse, sirve de molde para la síntesis de una cadena nueva complementaria de la cadena molde, de forma que cada nueva doble hélice contiene una de las cadenas del ADN original. Debido a este mecanismo, el ADN tiene la importante propiedad de replicarse idénticamente, lo que permite que la información genética se transmita completa de una célula madre a las células hijas y es la base de la herencia del material genético.

El proceso de síntesis y ensamblaje del ADN copiado es notablemente rápido, en los seres humanos del orden de 50 nucleótidos/segundo, aunque en bacterias puede llegar a 500 nucleótidos/segundo.¹⁴

• **Genoma**¹⁵

El conjunto completo de ADN de un

organismo se conoce como su genoma. Prácticamente cada célula individual en el cuerpo contiene una copia completa de los aproximadamente 3 mil millones de pares de bases nitrogenadas del ADN, que forman el genoma humano.

Con su lenguaje de cuatro letras, (las iniciales de las bases nitrogenadas; A, T, G, C), el ADN contiene la información necesaria para construir un organismo completo. Un gen se refiere tradicionalmente a la unidad de ADN que lleva las instrucciones para elaborar una proteína (ver más adelante) o un grupo específico de proteínas. Cada uno de los estimados 20.000 a 25.000 genes en el genoma humano codifica un promedio de tres proteínas.

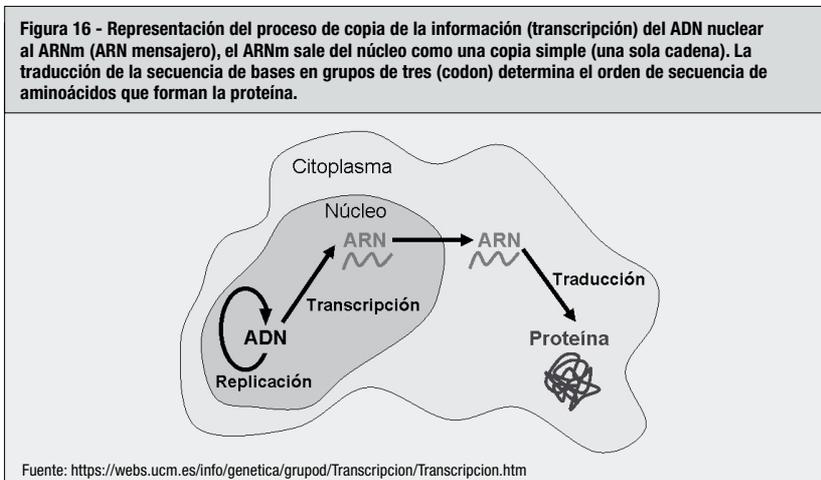
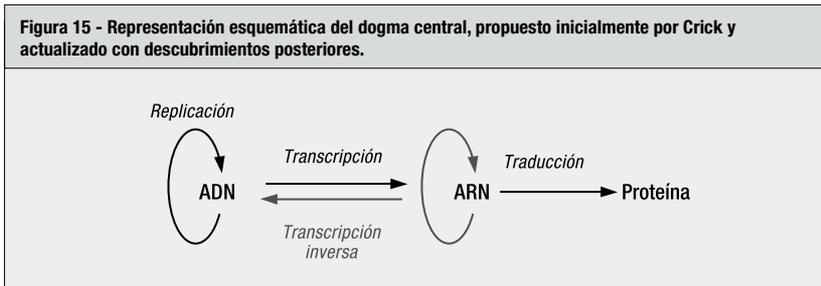
La secuencia de nucleótidos en la cadena de ADN es la portadora de la clave hereditaria. La secuencia de tres nucleótidos consecutivos en el ADN (o

ARN) se denomina **codón** y corresponde a un aminoácido específico. En otras palabras, el código genético describe la relación entre la secuencia de bases del ADN (A, C, G y T) en un gen y la secuencia correspondiente de aminoácidos específicos de la proteína codificada por dicho gen.

En los 23 pares de cromosomas empaquetados en el núcleo de una célula humana, los genes dirigen la producción de proteínas con la ayuda de enzimas y moléculas mensajeras. Específicamente, una enzima copia la información codificada en un gen del ADN a una molécula (ARNm) que transporta el código hasta una “zona de ensamblaje”, donde es leído por una diminuta “máquina molecular” (ribosoma), que ensambla pequeñas moléculas llamadas aminoácidos en el orden correcto para formar una proteína específica.

• **El dogma central de la biología molecular**

El “dogma” central¹⁶, o más adecuadamente, la hipótesis central de la biología molecular es un concepto que ilustra los mecanismos de transmisión y expresión de la herencia genética tras el descubrimiento de la codificación contenida en la doble hélice del ADN. El dogma propone que existe una unidireccionalidad en la expresión de la información contenida en los genes de una célula, es decir, que el ADN se transcribe como ARN mensajero y que éste se traduce como proteína, elemento que finalmente realiza la acción celular (Figuras 15 y 16). El dogma también postula que sólo el ADN puede duplicarse y, por lo tanto, reproducirse y transmitir la información genética a la descendencia. Francis Crick expresó el dogma central por primera vez en 1958, y se replanteó en un artículo de Nature publicado en 1970.



¹⁴ Curtis *et al.* Biología. 6ta. Edición. Editorial Médica Panamericana. 2006.

¹⁵ Modificado de <https://www.genome.gov/27562845/breve-gua-de-genmica/>

¹⁶ Denominación propuesta por Crick, muy cuestionada, ya que un dogma es una proposición esencial de una religión, una doctrina o un sistema de pensamiento que se tiene por cierto y que no puede ponerse en duda dentro de su sistema.

• Las proteínas, no solo carne

Probablemente para muchos lectores la palabra proteína está relacionada con la alimentación, efectivamente, constituye, junto con los hidratos de carbono y los lípidos, la triada de macronutrientes que constituyen los pilares de una alimentación saludable. Pero esas proteínas que asociamos con la carne, que es tejido muscular, son solamente un grupo de todas las proteínas que constituyen un organismo. Existen grupos de proteínas altamente específicas, con funciones de regulación, control, transporte, señalización. Parte de esos grupos se conocen como hormonas y otros como enzimas.

Algunos ejemplos: La adrenalina es una proteína que transporta, por vía sanguínea y casi instantáneamente, mensajes de alerta frente a un peligro, lo que nos prepara para defendernos o ... para huir. Frente a la percepción del riesgo, aumenta la frecuencia cardíaca, se retira sangre de la circulación periférica (empalidecemos) para que esté disponible en los músculos, para correr, otro efecto es que se paran los pelos (se me pusieron los pelos de punta, decimos cuando pasó el susto) mecanismo heredado de nuestro pasado animal para parecer "más grandes" y por lo tanto más amenazadores y una cantidad de otros efectos. Otra proteína, la insulina, interviene en el metabolismo de los azúcares en la dieta y su carencia produce diabetes. El patrón de color de los gatos siameses se debe a una enzima termolábil, que solo funciona adecuadamente y produce el color oscuro a las bajas temperaturas propias de las extremidades de las patas, las orejas, la nariz y el extremo de la cola, la temperatura más alta del cuerpo la inhibe y determina el color blanco.

Estructuralmente las proteínas están formadas por una secuencia lineal (sin ramificaciones) de diferentes aminoácidos. Existen 20 aminoácidos con los que, a la manera de los eslabones de una cadena se puede formar una proteína. Es la secuencia de los diferentes aminoácidos a

lo largo de la cadena lo que determina la naturaleza y función de la proteína formada, esta secuencia está codificada y preservada en la molécula de ADN, de donde es copiada para formar la proteína específica. La cadena lineal de la proteína se pliega y enrolla sobre sí misma formando un ovillo tridimensional intrincado, lo importante es que esa disposición se repite exactamente igual en todas las copias de la misma proteína, en ese plegamiento, frecuentemente se localizan **zonas activas** que cumplen funciones específicas, por ejemplo, en las enzimas. El cambio de posición de un solo aminoácido puede hacer que esa molécula de proteína no funcione como debería. En efecto, la alteración del orden de los aminoácidos determina que el plegamiento y el ovillo resultante tenga otra configuración, lo que puede hacer perder la capacidad funcional a esa molécula de proteína. Cuando esto es debido a un "error" en el ADN, (fenómeno denominado mutación), el mismo error se va a repetir en todas las copias futuras del ADN. Si el cambio se produce en una célula sexual puede aparecer una característica hereditaria particular, como el albinismo o una enfermedad como la hemofilia. Si el cambio se produce en una célula somática, la descendencia de esta célula en un tejido particular, resulta afectada, lo que puede desembocar en cáncer.

• Secuenciación del ADN

Secuenciación simplemente significa determinar el orden exacto de las bases A, T, G, C en una hebra de ADN. Debido a que las bases se disponen como pares enfrentados, y a que la identidad de una de las bases en el par determina el otro miembro del par, los investigadores no tienen que especificar ambas bases del par.

Los procedimientos de secuenciación utilizados como una herramienta corriente en la Biología Molecular y la Ingeniería Genética son muy complejos y están en constante evolución, y exceden el propósito del presente artículo.

Los investigadores pueden usar la secuenciación de ADN para buscar variaciones genéticas y/o mutaciones que pudieran jugar un papel en el desarrollo o evolución de una enfermedad. El cambio causante de la enfermedad puede ser tan pequeño como la sustitución, delección (eliminación) o inserción de un sólo par de bases o tan grande como una delección de miles de bases. También se puede identificar un gen de interés para insertarlo en otra molécula de ADN de otro organismo.

• Nombre de un gen

En los artículos científicos es frecuente encontrar siglas que representan nombres de sustancias, enzimas, genes, etc., para introducir orden en este lenguaje críptico, por convención, el símbolo internacional de un gen se forma por abreviación de su nombre descriptivo en inglés, y únicamente puede contener letras pertenecientes al alfabeto latino, (nunca letras griegas) y cifras arábigas. Dado que un gen es el "molde" para armar una proteína específica, tienen exactamente el mismo nombre e idéntico símbolo abreviado, por lo que los símbolos de genes se escriben en cursiva y mayúsculas, mientras que los de proteínas se escriben en redonda y mayúsculas: Por ejemplo, existe una proteína, cuyo nombre se abrevia a NLGN1, (en redonda), que es codificada por el gen *NLGN1* (en cursiva).

• Obsolescencia programada

La obsolescencia programada u obsolescencia planificada se define como la programación del fin de la vida útil de un producto, de modo que, tras un período de tiempo calculado de antemano por el fabricante o por la empresa durante la fase de diseño del mismo, el producto se torne obsoleto, no funcional, inútil o inservible por diversos procedimientos.¹⁷

¹⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Obsolescencia_programada

¿Por qué envejecemos?¹⁸ Esta pregunta existe desde que los seres humanos tomaron conciencia de su finitud. Dejando de lado las enfermedades de todo tipo, como así también diversos factores ambientales, de la dieta, y los factores heredados que pueden tener influencia en ambos sentidos, el deterioro progresivo a lo largo del tiempo que se observa en los humanos y también en los animales ha sido objeto de estudio científico. Para no alejarnos del contenido y el enfoque de la presente nota vamos a circunscribir este aspecto a la estructura del ADN.

En los años sesenta se descubrió que las células humanas no pueden dividirse más de unas ochenta o noventa veces. Posteriormente, dejan de funcionar, dañando incluso a las células circundantes y, aunque vivan algún tiempo más, se dirigen inexorablemente a la muerte. Este comportamiento no es exclusivo de las células humanas. Todos los organismos conocidos tienen tiempos de vida genéticamente limitados. Se piensa que esta limitación se estableció en el curso de la evolución, debido a que en la división celular es siempre posible que se produzcan errores en el copiado del ADN, que pueden causar enfermedades y otras anomalías. Con cada división la probabilidad de una mutación problemática es mayor, por lo que es conveniente que la división celular no sea infinita.

¿Cómo saben las células cuándo detener la división? Los cromosomas, es decir, las cadenas de información genética contenidas en el núcleo de la célula tienen en sus extremos una larga región de ADN repetitivo llamado **telómero** (ver Figura 7). El telómero no contiene información genética y su función esencial es la de proteger los cromosomas de la degradación.

Durante la división celular cada célula duplica su material genético y lo distribuye en las dos células hijas, que son, en teoría, genéticamente idénticas a la célula madre. En cada división se pierde una

parte del telómero, que protege así a los genes, de manera que no se pierda información genética. A medida que el telómero se acorta disminuye su función protectora. El cromosoma se hace inestable y la célula deja de dividirse. De manera que el telómero, al tiempo que protege la información genética, hace las veces de reloj celular de la vida. De manera que volviendo al principio del tema, realmente el ADN contiene las instrucciones para la obsolescencia programada.

• Ingeniería genética

La comprensión profunda de las estructuras del ADN permitió entender que esa molécula, que se presentaba como compleja y enigmática al principio, seguía siendo compleja pero esa complejidad era abordable con los avances en la química molecular que se fueron produciendo.

En efecto, la macromolécula de ADN no encierra otro secreto que la secuencia de sus pares de bases nitrogenadas A, T, C, G para codificar toda la información que contiene. Del mismo modo que un descryptador puede leer y escribir cualquier mensaje una vez conocida la clave, actualmente es posible manipular el ADN casi a voluntad. De este modo, se pueden obtener plantas resistentes a la sequía, que se defiendan contra el ataque de ciertas plagas, que fabriquen sustancias, que tengan mayor rendimiento como cultivo, etc.

• De las células al consumidor

Éste sería un eslogan adecuado para presentar ciertas sustancias específicas, producidas por diversos organismos: bacterias, plantas o animales, mediante la utilización de la maquinaria molecular de sus células, modificada a través de cambios en el ADN, lo que permite producir sustancias de interés, utilizando tales organismos, o más propiamente sus células, como “fábricas”.

Las nuevas fábricas biológicas pueden ser bacterias, las que con su capacidad de producir sustancias según lo que determine su ADN son utilizadas para fabricar, con elevada eficiencia, sustancias diversas, como alimentos, antibióticos, vacunas, específicos medicinales y un largo etcétera, sustancias que, por las formas “clásicas” de obtención, pueden ser más costosas, con mayor gasto de recursos, como energía e insumos y con mayor producción de residuos y efluentes. Por otra parte, las plantas y los animales también pueden ser utilizados como “fábricas” de sustancias, por ejemplo, en nuestro país se han logrado producir vacas que tienen la capacidad de sintetizar insulina humana en sus glándulas mamarias conjuntamente con la leche.

• Cirugía a nivel molecular

Hoy en día se pueden cortar y ensamblar rutinariamente distintas partes del ADN de diferentes organismos, eliminando genes que son perjudiciales o inconvenientes y/o agregando genes que intervienen en determinadas reacciones, que producen o dejan de producir sustancias específicas o le confieren al organismo capacidades nuevas que los hacen más eficientes y resistentes. De este modo es posible aislar y manipular un fragmento de ADN de un organismo para “recombinarlo” con el de otro organismo.

De este modo, genes de diversas procedencias, por ejemplo, el gen que regula la síntesis de insulina en humanos puede introducirse en bacterias, de manera que pasa a formar parte de su genoma, logrando así que estas bacterias adquieran la capacidad de elaborar insulina humana. Ver Figura 17.

• Las enzimas, herramientas moleculares

Las enzimas, cuyos moldes están en el ADN, son proteínas altamente especia-

¹⁸ <http://blogacienciacierta.blogspot.com/>

lizadas, producen todos los cambios a nivel molecular para sintetizar, modificar o romper moléculas.

Una de las propiedades más importantes de las enzimas es la catálisis, la modificación de la velocidad de una reacción química. Los catalizadores actúan por presencia y no como reactivos. Otra característica es su elevada especificidad, existe una enzima para cada reacción.

Existen enzimas importantes en la síntesis de los ácidos grasos, una es la elongasa, que produce el alargamiento (elongación) de las cadenas de ácidos grasos (AG) agregando a la cadena original fragmentos de dos carbonos procedentes de acetato, es por esa razón que los AG están constituidos por cadenas pares de átomos de C. Las desaturasas incorporan enlaces dobles, como la FAD2 que cataliza la formación de ácido linoleico (18:2 Δ 9cis,12cis) a partir del ácido oleico (18:1 Δ 9cis) y las saturasas los convierten en simples, y la lista puede seguir.

• **Los virus, capaces de hacer copias de sí mismos**

En biología, los virus son agentes infecciosos submicroscópicos, no están formados por células, y tienen la capacidad de multiplicarse exclusivamente dentro de las células de otros organismos vivos. Los virus son una muestra funcional de la capacidad del ADN como portador de la herencia y de las instrucciones correspondientes para formar un organismo completo. En efecto, los virus infectan todos los tipos de organismos, desde animales, plantas, hongos y hasta bacterias. Una vez ingresado a la célula objetivo, el ADN o ARN viral tiene la capacidad para reestructurar el funcionamiento de la célula haciendo que todo el material celular útil se reconfigure para realizar las copias o réplicas exactas del virus atacante, determinando por consiguiente la destrucción de la célula atacada. Este proceso es notablemente rápido, del

orden de 30 minutos en virus que atacan a bacterias. Como no poseen un metabolismo celular, no es posible atacarlos con antibióticos, ya que estos actúan interfiriendo en las reacciones químicas “vitales” propias de las células. Los virus actúan como una máquina capaz de hacer copias de sí mismos con partes de otras máquinas que son previamente desmontadas. Por esta razón entre los científicos está instalada la discusión si pueden ser considerados vivos o no.

• **Las mutaciones, cambios a nivel molecular**

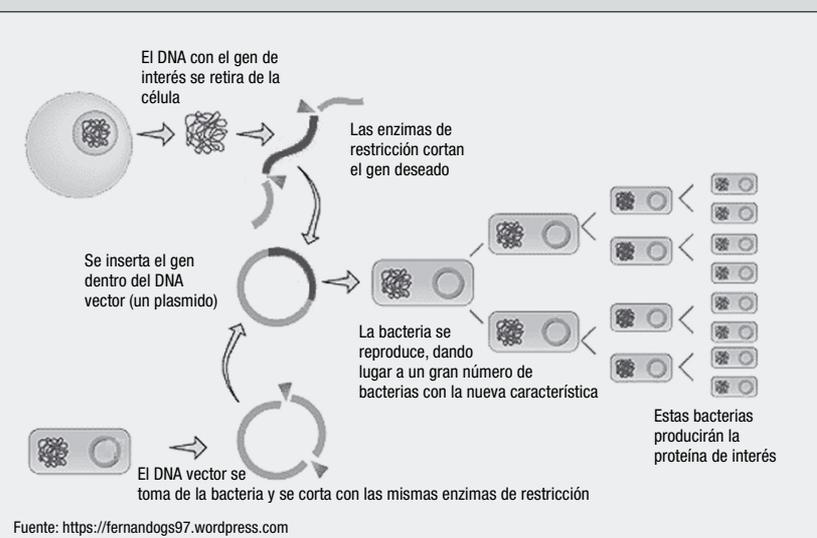
Las moléculas de ADN pueden sufrir cambios en su estructura y, si bien existen mecanismos de reparación que pueden restablecer la secuencia original, en algunos casos las modificaciones no se reparan. Estas alteraciones pueden tener consecuencias perjudiciales para los individuos portadores, alterando su viabilidad o fertilidad u originando síndromes y enfermedades. Otras mutaciones, sin embargo, se mantienen como parte de la variabilidad genética y contribuyen al cambio evolutivo y al origen de nuevas especies. La humanidad aprendió tempranamente a aprovechar estos cambios, sin conocer su origen,

para seleccionar plantas o animales más aptos para el cultivo o la crianza, teniendo en cuenta factores como rendimiento, resistencia a factores climáticos o enfermedades, etc.

Teniendo presente que para la expresión de las proteínas, la codificación se hace para cada aminoácido por grupos de tres bases, (un codón), en la secuencia del ADN, el cambio de una sola base, por pérdida o incorporación, hace que se modifique el orden de la lectura de la secuencia entera y consecuentemente toda la “traducción” de la información. Debe tenerse presente que el ADN guarda dos tipos de información: una son los “moldes” para construir las proteínas, la otra son las “instrucciones” para leer, interpretar y ejecutar esa información.

Las mutaciones heredadas de un progenitor están presentes durante toda la vida de un organismo en cada una de todas sus células. Por otra parte, las mutaciones somáticas se producen en un momento dado durante la vida de un organismo y solo en determinadas células y no en todas las células del organismo. Las mutaciones somáticas adquiridas no se transmiten a la siguiente generación. Un ejemplo de este tipo de mutaciones lo constituye el cáncer.

Figura 17 - Secuencia para la introducción de un gen extraño en una bacteria. Se extrae el ADN (DNA) de la célula donante y se extrae el gen de interés (gen humano para la producción de insulina). Por otra parte el ADN (DNA) de la bacteria (plásmido) se corta y se inserta el gen humano. Se introduce este plásmido modificado en una bacteria, cuya descendencia tendrá la capacidad de producir insulina humana.



El estudio para determinar la causa de las mutaciones permitió encontrar, además de los errores en los procesos de copia del ADN ya comentados, otros factores capaces de introducir cambios:

Factores físicos: radiaciones, como los rayos ultravioletas del sol, o los RX y otras como las emitidas por los materiales radiactivos.

Factores químicos: existen sustancias naturales y otras producidas por el hombre que tienen un probado efecto mutagénico. El primer mutante de girasol se obtuvo en Rusia (1976), utilizando como agente mutagénico el dimetilsulfato (DMS), que originó la primera variedad alto oleico (70-75%). A partir de esta línea, llamada **Pervenets**, derivan todas las líneas alto oleico que existen en la actualidad.

Factores biológicos: Algunos virus, bacterias y hongos pueden producir cambios al introducir secuencias de ADN viral, bacterial o fúngico en el ADN del organismo huésped.

• Clones, réplicas exactas

En genética, un clon¹⁹ (del griego 'retono') es un conjunto de seres genéticamente idénticos que descienden de un mismo individuo por mecanismos de reproducción asexual. Originalmente se refería a una variedad de cultivo multiplicada exclusivamente de manera vegetativa (mediante "gajos", esquejes o estacas), como es común respecto a numerosas especies vegetales, como frutales y plantas ornamentales. La oveja Dolly (1996) fue el caso más conocido en su época, de clonación en mamíferos.

• Organismos genéticamente modificados (OGM)

Los organismos genéticamente modificados (OGM), (Genetically Modified

Organism - GMO) u organismos transgénicos, pueden definirse como organismos en los cuales el material genético (ADN) ha sido alterado de un modo artificial. La modificación o manipulación genética se realiza mediante técnicas que consisten en el traslado "*in vitro*" de genes o fragmentos de ADN (que pueden provenir de cualquier ser vivo), entre organismos de distintas especies. Los cultivos OGM actualmente en el mercado tienen como objetivo principal aumentar el rendimiento, modificar la proporción de ciertas sustancias en sus tejidos (como los granos alto oleico) o aumentar el nivel de protección de los cultivos mediante la introducción de resistencias a enfermedades causadas por insectos o virus a los vegetales o mediante una mayor tolerancia a los herbicidas, como la soja Roundup Ready®, resistente al glifosato, materia activa del herbicida Roundup®. La resistencia al herbicida se logró con la introducción de un gen de la bacteria del suelo *Agrobacterium tumefaciens*, que no es afectada por el glifosato.

Bajo condiciones normales, ("*in vivo*"), las barreras existentes entre las distintas especies impiden el intercambio de genes. El desarrollo de OGM es fuente de controversias sobre aspectos relacionados con la seguridad y la ética. Por ejemplo, el gen Terminator ya se ha introducido en las semillas de varios cultivos. Estos cultivos, una vez desarrollados, producen granos que pierden su facultad esencial: su fertilidad. De este modo los granos dejan de ser semillas, lo cual obligará al agricultor a comprar las semillas cada vez que quiera realizar una siembra. Esto produce una dependencia total hacia el productor de las semillas, que de este modo controla y monopoliza a voluntad toda la producción vegetal.

• Glosario de la Genética

Alelo: es cada una de las variantes de un gen. Se suelen representar con letras,

mayúsculas para alelos dominantes (**A**) y minúsculas para alelos recesivos (**a**). Cada alelo aporta diferentes variaciones al carácter que afecta.

Autosoma: todo cromosoma que no sea sexual.

Cariotipo: composición fotográfica de los pares de cromosomas de una célula, ordenados según un patrón estándar. En un cariotipo se puede reconocer la dotación cromosómica de una célula.

Cigoto o huevo: célula resultante de la unión de dos gametos haploides (es por tanto, diploide, 2n). Generalmente, experimenta una serie de divisiones celulares hasta que se constituye en un organismo completo. Su citoplasma y sus orgánulos son siempre de origen materno al proceder del óvulo.

Cromosoma: porción del ADN que contiene diferentes genes. Su número se indica con n.

Diploide: que tiene doble juego de cromosomas (2n). Características de las células somáticas.

Dominancia, alelo dominante: predominio de la acción de un alelo sobre la de su alternativo (llamado alelo recesivo), enmascarando u ocultando sus efectos. El carácter hereditario dominante es el que se manifiesta en el fenotipo (conjunto de las propiedades manifiestas en un individuo). Según la terminología mendeliana se expresa como **A>a** (el alelo **A** domina sobre el alelo **a**, el carácter que determina, es por tanto el que observaremos en el fenotipo).

Fenotipo: las cualidades observables en un organismo, incluyendo su morfología, fisiología y conducta a todos los niveles de descripción. Es el resultado de la interacción entre los genes y el ambiente.

Gameto: célula sexual que procede de una estirpe celular llamada línea ger-

¹⁹ Modificado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Clon>

minal, en los seres superiores tienen un número de cromosomas haploide (n) debido a un tipo de división celular llamado meiosis que permite reducir el número de cromosomas a la mitad. El gameto femenino se denomina óvulo; el gameto masculino recibe el nombre de espermatozoide.

Gen: es una región del cromosoma (locus) que codifica una o más características hereditarias; se presentan en pares, uno en cada uno de los cromosomas homólogos.

Genoma: es el conjunto de instrucciones genéticas que se encuentra en una célula. En los seres humanos, el genoma consiste de 23 pares de cromosomas, que se encuentran en el núcleo celular. Cada conjunto de 23 cromosomas contiene aproximadamente 3,1 mil millones de bases de la secuencia de ADN.

Genotipo: factores hereditarios internos de un organismo, sus genes y por extensión su genoma.

Haploide: que posee un solo juego de cromosomas (n), característico de los

gametos eucariotas y los gametofitos de las plantas.

Heterocigoto: individuo que para un gen, tiene un alelo distinto en cada cromosoma homólogo. Su representación mendeliana es "Aa".

Híbrido: es el resultado del cruzamiento o apareamiento de dos individuos puros homocigotos (uno de ellos recesivo y el otro dominante) para uno o varios caracteres.

Homocigoto: individuo puro para uno o más caracteres, es decir, que en ambos loci posee el mismo alelo (representado como aa en el caso de ser recesivo o AA si es dominante).

Línea pura: es la descendencia de uno o más individuos de constitución genética idéntica, obteniéndose por autofecundación o cruces endogámicos. Son individuos homocigotos para todos sus caracteres.

Locus: ubicación del gen en un cromosoma. Para un locus puede haber varios alelos posibles. (Plural: loci)

Recesividad, alelo recesivo: característica del alelo de un gen que no se manifiesta cuando está presente el alelo dominante. Para que este alelo recesivo se observe en el fenotipo, el organismo debe poseer dos copias del mismo alelo, es decir, debe ser homocigoto para ese gen (según la terminología mendeliana, se expresaría como "aa").

Edmundo Ré. Ingeniero químico. Magister en Tecnología de los Alimentos. Hasta su retiro Director del Centro de I+D en Tecnología de Alimentos (CIDTA), Facultad Regional Rosario. Universidad Tecnológica Nacional.

María Florencia Ré. Doctora en Biología Molecular y Celular del Cáncer, por el Instituto del Cáncer, Universidad de Salamanca, Salamanca, España. Actualmente se desempeña en una beca post-doctoral (CONICET) en el Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR) CONICET, Laboratorio de Virología Humana, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario ■

¡Sé parte de nuestra gran comunidad!

Seguinos en nuestras redes sociales Facebook (ASAGA.ARG) y LinkedIn.






Para estar más conectados, enterarte de las novedades de la asociación e intercambiar conocimientos.



CIRCUITOS Y SERVICIOS

Desde 1987 desarrollando proyectos con la industria aceitera son nuestro aval en la oleohidráulica y neumática de la región.



DISTRIBUIDORES OFICIALES

MICRO
AUTOMACION

TORESA
Ingeniería Oleohidráulica

DRECAF
técnica
Filtros y Drenajes Automáticos

Jefferson
Válvulas Solenoides y Control de Nivel

pilmhor
OLEOHIDRÁULICA

BEYCA
Instrumental Industrial

Comel
Acoplamiento Rápido

mc

COMPARTIR EXPERIENCIAS PARA OBTENER RESULTADOS DE ALTO RENDIMIENTO.

Nuestros Servicios

- Relevamiento y evaluación de rendimientos en equipos oleohidráulicos de laminadores y plataformas volcadoras.
- Equipos de trabajo especialmente preparados para mantenimientos programados en oleohidráulica y neumática.
- Fabricación de tableros neumáticos de mando, centrales y cilindros oleohidráulicos.
- Nacionalización y reparación de productos oleohidráulicos y neumáticos.

EL SERVICIO ES NUESTRA FORMA DE VENTA

Casa Central

Cafferata 946, 2000 Rosario, Santa Fe.
Tel. Fax: 0341 4360700 / Rotativas
ventas@circuitosyservicios.com.ar
administracion@circuitosyservicios.com.ar
reclamos@circuitosyservicios.com.ar
areatecnica@circuitosyservicios.com.ar

Sucursal Santa Fe

Avenida Freyre 2353, 3000 Santa Fe.
Tel. Fax: 0342 4555042 / cysantafe@circuitosyservicios.com.ar

Sucursal Rafaela

Belgrano 578, 2300, Rafaela, Santa Fe.
Tel. Fax: 03492 451390 / cysrafaela@circuitosyservicios.com.ar



GESTION
DE LA CALIDAD

RI 9000-5845



El sistema de gestión de la calidad de la empresa
CIRCUITOS Y SERVICIOS S.R.L ha sido
certificado según la norma IRAM-ISO 9001:2008

Salud humana, pescados y omega 3

Parte 1 - Capítulo 4



AUTOR: WILLIAM E. M. LANDS

AOCS Press. American Oil Chemists' Society (AOCS).

Material extraído de Fish, Omega 3 and Human Health, 2da. edición - William E.M. Lands – AOCS Press, Champaign, Illinois y publicado bajo el Acuerdo de Licencia convenido entre AOCS y ASAGA con fecha 21/11/2017.

Resumen / Abstract

El presente artículo se constituye como la cuarta parte de una serie de entregas que esta editorial le ofrece a sus lectores, gracias al permiso de AOCS Press. Se trata de la obra del Dr. Lands en la cual reflexionamos sobre el impacto en la salud de algunas sustancias que forman parte de los alimentos y que podemos consumir con mayor o menor frecuencia en función de la dieta normal, producto de la cultura alimentaria y de la geografía en la que habitamos.

This article is the first part of the work of Dr. Lands. In the Introduction he makes a reflection on the health impact of some substances that are part of food and that we can consume more or less frequently depending on the normal diet, product of food culture and the geography in which we live.

Palabras claves / Key words

Ácidos grasos esenciales; ácidos grasos omega-3; HUFA; enfermedad cardiovascular.

Essential fatty acids; omega-3 fatty acids; HUFA; cardiovascular disease.

· Capítulo 4: Factores comunes en la enfermedad cardíaca, los ataques cardíacos y los accidentes cerebrovasculares

Comprender los eventos asociados con los ataques cardíacos y los accidentes cerebrovasculares requiere conocer un poco sobre el flujo sanguíneo y los tres fenómenos separados que pueden causar una reducción del mismo: la aterosclerosis, la trombosis y el espasmo vascular. Estos tres fenómenos pueden cumplir algún papel en los accidentes isquémicos que son fatales para una gran cantidad de personas en las naciones occidentales industrializadas.

La aterosclerosis resulta de un proce-

so crónico y lento de depósito de lípidos (grasa y colesterol que acompañan el engrosamiento de las paredes de los vasos sanguíneos), y por consiguiente se encuentra asociada con el estrechamiento del “tubo” que transporta el suministro de sangre al tejido que es vital.

La trombosis representa un evento más agudo en donde un grupo de plaquetas agregadas y materiales asociados que los profesionales denominamos trombos obstruyen el vaso sanguíneo y causan la isquemia (evita que fluya la sangre) que conduce a un infarto (tejido que ha perdido su función irreversiblemente).

El espasmo vascular del músculo que rodea el vaso sanguíneo es otro evento agudo que puede estrechar rápidamente

el diámetro del vaso y por consiguiente causar una isquemia con el consiguiente daño al tejido.

La falta de suficiente oxígeno de la isquemia que se produce en cualquiera de los dos eventos agudos puede causar que el ritmo constante del músculo cardíaco falle (arritmia) en formas que perjudican el flujo sanguíneo al corazón. Esto puede conducir a la muerte súbita.

El proceso crónico de largo plazo que causa la aterosclerosis es la base para lo que nosotros llamamos la enfermedad vascular o la enfermedad cardíaca. Por otra parte, los eventos abruptos y de corto plazo de la trombosis y la arritmia causan los ataques cardíacos. Estos eventos de corto plazo muy posiblemente ocurren

en estrecha conexión con la condición de enfermedad aterosclerótica crónica que reduce la efectividad de los vasos sanguíneos y predispone al individuo a un mayor riesgo de muerte súbita. Los siguientes tres capítulos demuestran de qué manera los ácidos grasos poliinsaturados en la dieta modulan estos procesos y por consiguiente tienen un impacto importante sobre la frecuencia y la severidad de los ataques cardíacos.

Los lectores deberían preguntarse la razón por la cual la bibliografía médica ha acumulado más de medio millón de informes publicados sobre la enfermedad cardíaca (ver los resultados de la búsqueda en la Biblioteca Nacional de Medicina al final de este capítulo). ¿Por qué no la hemos prevenido más exitosamente? La primera edición de este libro hizo notar que la enfermedad cardiovascular exhibe señales de autocuración de los autocoides que se amplifican entre ellos durante los procesos inflamatorios, ateroscleróticos, trombóticos y arrítmicos. La señalización de los eicosanoides n-6 es un proceso saludable que puede salirse de control cuando se ve presionado por desequilibrios en el HUFA en tejidos que provienen de desequilibrios en el suministro dietario. Una excesiva señalización de los eicosanoides es un factor común en los ataques cardíacos (y numerosos otros procesos de enfermedades). A partir de 1986 se ha obtenido un mayor conocimiento respecto de cómo los desequilibrios de los EFA n-3 y n-6 en la dieta (en lugar de los niveles de colesterol en plasma) generan señales de autocuración normales que van desde efectos reversibles saludables hasta patología irreversible durante la señalización de la aterogénesis vascular inflamatoria e inmune (Capítulos 5 y 10), trombosis plaquetaria (Capítulo 6) y espasmo vascular o arritmia cardíaca (Capítulo 7).

Existe una gran cantidad de información nueva sobre los efectos arrítmicos de los eicosanoides n-6 y los efectos antiarrítmicos de los EFA n-3. El ritmo inconstante de un corazón isquémico se corrige parcialmente con ácidos grasos libres

liberados a partir del músculo cardíaco isquémico privado de energía (Capítulo 7). Sin embargo, la arritmia incluso se produce cuando los ácidos liberados incluyen proporciones elevadas del precursor de eicosanoides n-6, el araquidonato. Lamentablemente, en la actualidad las elecciones típicas de alimentos americanos hacen que el araquidonato sea el HUFA más abundante en la mayoría de los tejidos del cuerpo. Afortunadamente, las elecciones alimentarias voluntarias se pueden modificar para obtener proporciones de HUFA n-6 en el HUFA de los tejidos que oscilen entre 15 y 90% (Capítulo 19).

La Asociación Americana del Corazón recomendó como mínimo dos comidas de pescado graso por semana para mejorar la prevención primaria de la muerte cardiovascular (Krauss *et al*, 2000). Recientemente extendieron una recomendación de 1 g/día de HUFA n-3 como prevención secundaria en personas con problemas cardiovasculares conocidos (Kris-Etherton *et al*, 2002). Hay una cuestión de ética con respecto a mantener deliberadamente la recomendación dietaria para personas que aún no “califican” como pacientes cardíacos, pero que posiblemente se beneficiarían de una recomendación dietaria similar, como parte de una prevención primaria efectiva para toda la comunidad. Con millones de personas esperando una mayor guía dietaria, parece útil recordar que “Nunca ha habido un tratamiento cardiológico que haya sido exitoso que no haya también resultado exitoso como prevención primaria (Harris, 2003)”.

• Referencias

- Krauss RM, Eckel RH, Howard B, et al. (2000) AHA Dietary Guidelines: Revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation* 102: 2284–2299.
- Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ, for the Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation* 106:2747-2757, 2002.
- Harris WS. Quoted in omega-3 oil: Fish or pills? *Consumer Reports*, July 2003, pp. 30-32 ■

BOMBAS INDUSTRIALES

Fabricación, repuestos y servicio de mantenimiento



Programa de fabricación

- Se fabrican las líneas NT (con bastidor de apoyo) y NB (de acople directo) según normas **DIN 24255 / 56**, ambas líneas con sistema "Back Pollout" de desarme "hacia atrás" para desmontar la bomba sin mover las cañerías.
- Motobombas y electrobombas horizontales y verticales para servicio de incendios según **NFPA-20**, de carcasa partida o con sistema **Back Pullout**.
- Bombas centrífugas para procesos industriales, en aleaciones especiales, autocebantes. Según normas **ANSI B 73.1**.
- Bombas para líquidos pluviales y cloacales.
- Bombas para aceites térmicos hasta 320 °C.
- Controladores electrónicos y tableros de mando.



Garantía de Servicio y Repuestos.
Banco de pruebas propio. Exhaustivo control de calidad en componentes y proceso de producción.



Fábrica de bombas industriales.
Ernesto Kunz S.R.L.

Nueva Escocia 2724 · (B1838EJF) Luis Guillón · Pcia. de Buenos Aires · Argentina
Tel.: +54 (11) 4272 8655 · Fax +54 (11) 4272 8776 · E-mail: kunz@bombaskunz.com · www.bombaskunz.com



ACEITERA GENERAL DEHEZA S.A.

www.agd.com.ar



ALIMENTOS NATURALES



DISTRIBUIDOR OFICIAL

ABAC SRL



CAMOZZI
NEUMATICA



Jefferson



TEADIT



NUOVA FIMA



spirax sarco



WATSON
MARLOW



Aceites saludables: un proceso para obtener aceites vegetales comestibles enriquecidos en diglicéridos



AUTORES: C.A. FERRETTI, M.L. SPOTTI, Y J.I. DI COSIMO

Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe, Argentina
INCAPE - Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica - CONICET

Material extraído de la edición de septiembre de 2018 de INFORM, Volumen 29 (8) y publicado bajo la expresa autorización de sus editores.

Resumen / Abstract

Entre los aceites vegetales comestibles, las opciones más saludables son las que contienen ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados con 1, 2 y 3 insaturaciones en la molécula, como el oleico, linoleico y linolénico. Sin embargo, se conoce muy bien que los aceites vegetales presentes en la naturaleza principalmente son triglicéridos o triacilgliceroles (TAG) y que una dieta de largo plazo rica en lípidos que contienen TAG puede resultar en la acumulación de grasa corporal y obesidad.

Among the edible vegetable oils, the healthiest options are those that contain monounsaturated and polyunsaturated fatty acids with 1, 2 and 3 unsaturations in the molecule, such as oleic, linoleic and linolenic. However, it is well known that vegetable oils present in nature are mainly triglycerides or triacylglycerols (TAG) and that a long-term diet rich in lipids containing TAG can result in the accumulation of body fat and obesity.

Palabras claves / Key words

Aceites vegetales; ácidos grasos monoinsaturados; ácidos grasos poliinsaturados; triglicéridos; triacilgliceroles.

Vegetable oils; monounsaturated fatty acids; polyunsaturated fatty acids; triglycerides; triacylglycerols.

Recientemente, varios estudios mostraron que la ingesta regular de diglicéridos del aceite, (o diacilgliceroles - DAG), como sustitutos de los TAG ayuda a prevenir la obesidad y las condiciones relacionadas, como la diabetes, la hipertensión, el ACV y los problemas cardiovasculares, entre otros. Aunque los DAG se encuentran presentes como componentes menores en varios aceites comestibles, los aceites vegetales no son

una fuente significativa de DAG. Por lo tanto, para una dieta rica en DAG, los DAG que se deben consumir deben provenir de otras fuentes. Los DAG tradicionalmente se han usado como emulsionantes alimentarios, que se aprovechan de las propiedades anfifílicas¹ derivadas de una combinación exclusiva de funciones hidrofílicas e hidrofóbicas en la misma molécula. Otros usos para los DAG en alimentos son como sustitutos

de la manteca de cacao en las industrias de panadería y confitería y en los análogos de la grasa láctea.

Sin embargo, el consumo de DAG sin especificar no garantiza la prevención de la obesidad, ya que de los dos isómeros posibles de los DAG, el 1,2-DAG y el 1,3-DAG, solo el último es considerado como una opción saludable. Teniendo en cuenta que los contenidos

¹ Las moléculas anfifílicas, también llamadas anfipáticas, son las que poseen un extremo hidrofílico (afín o soluble en agua) y otro que es hidrofóbico (rechaza el agua). Estos compuestos, que contienen en su molécula grupos fuertemente no polares y grupos fuertemente polares, se dispersan (estrictamente, no se "solubilizan") en agua formando micelas, bicapas o monocapas.

de energía de los TAG y los DAG son similares (~9 kcal/g) y que no hay diferencia en sus índices de absorción en el cuerpo humano, el efecto de la ingesta de 1,3-DAG sobre el aumento de peso se atribuye a su vía metabólica distinta en el intestino delgado, en comparación con los TAG o los 1,2-DAG. Durante la digestión, los TAG y los 1,2-DAG se hidrolizan en 2-monoglicéridos, o (2 monoacilgliceroles - 2-MAG), y ácidos grasos libres (FFA), desde los cuales los TAG se resintetizan inmediatamente y se liberan al sistema linfático. Por el contrario, durante el metabolismo de los 1,3-DAG, se forman los 1-MAG y los FFA, evitando, en consecuencia, la vía de los 2-MAG que conduce a la resíntesis de los TAG y la consiguiente deposición de grasa en los tejidos corporales.

• Reacción de los TAG con glicerol

Los aceites comestibles sintéticos, ricos en 1,3-DAG se pueden obtener por distintos caminos. Recientemente, mostramos que la glicerólisis de los aceites vegetales promovidos por catalizadores sólidos es un proceso adecuado y prác-

tico para dicho fin. En nuestro proceso, los TAG del aceite se hicieron reaccionar con glicerol, sin el uso de solventes, para proporcionar DAG. El catalizador, óxido de magnesio, se puede recuperar y reciclar. Por lo tanto, la cantidad total de pasos de purificación del aceite se reduce significativamente, con respecto de la ruta enzimática.

Los países que producen aceites vegetales y biodiesel tienen un potencial para desarrollar esta tecnología y también un incentivo para producir alimentos innovadores con valor agregado que podrían mejorar la economía de la producción de aceite o biodiesel existente.

Los productos derivados del cultivo de plantas leguminosas, en particular los TAG del aceite, son rentables y son bio-recursos abundantes en gran cantidad de países. Por ejemplo, América del Sur es uno de los mayores productores de aceite de soja, y Argentina y Brasil contribuyen con el 30 % de la producción mundial y el 62 % de las exportaciones totales de 2017. Sin embargo, los consumidores en América del Sur prefieren otros aceites, como los de girasol, oliva

o maíz. En este sentido, la situación de Argentina es digna de destacar porque a pesar de tener uno de los más grandes y más eficientes desarrollos a nivel mundial que combina el cultivo de soja y las instalaciones de molienda en una zona concentrada, la producción de aceite del país principalmente se industrializa como margarina, se exporta (US\$ 850/tonelada), o se utiliza para la producción de biodiesel en plantas integradas cercanas.

Por otro lado, la producción de biodiesel por la vía de la transesterificación del aceite o la grasa totaliza aproximadamente 26 millones de toneladas por año. Entre los aceites comestibles, las principales materias primas para el biodiesel a nivel mundial son los aceites de colza, maíz, palma y soja. Este último es la principal materia prima para biodiesel en las Américas, y con aproximadamente 80 % del biodiesel producido a nivel mundial. Durante la síntesis del biodiesel por transesterificación se obtiene glicerol, o glicerina (GL) como co-producto principal, representando ~10 % de la producción de biodiesel. Por lo tanto, solo con dicha tecnología se obtienen más de 2 millones de toneladas por año de bioglicerol. Por consiguiente, existe un excedente considerable de GL, y como el mercado para la industrialización de la GL es limitado, dicho producto mayormente se comercializa y exporta como glicerina cruda (US\$ 400/tonelada) o refinada (US\$ 900/tonelada).

Por lo tanto, son bienvenidas las aplicaciones nuevas que intentan convertir el bioglicerol y el aceite en nuevos productos con valor agregado. En este contexto, la glicerólisis de los aceites es una opción atractiva para transformar estos recursos abundantes, derivados de biomasa, en alimentos funcionales.

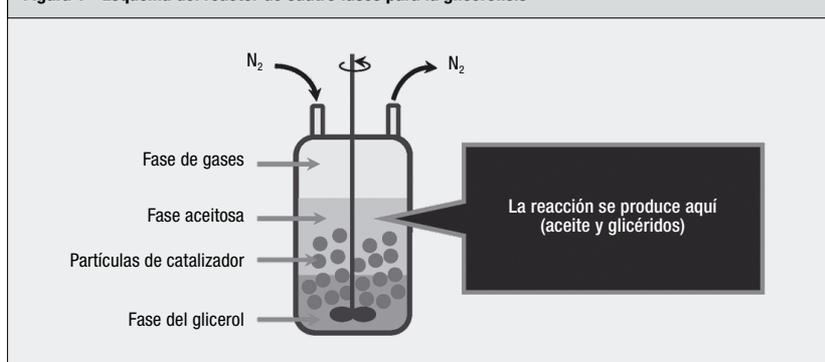
• La reacción en detalle

El reactor de cuatro fases utilizado para la reacción de glicerólisis se encuentra graficado en la Figura 1. Al inicio de la

...

- Los aceites comestibles sintéticos saludables se obtienen catalíticamente optimizando los aceites vegetales en un reactor de cuatro fases, sin uso de solventes.
- La glicerólisis del aceite promovida por un catalizador básico sólido totalmente recuperable (óxido de magnesio) incrementa el contenido total de diglicéridos en hasta 54 %p, donde el 67 % de dicha fracción son isómeros de 1,3-diglicérido.
- Se cree que la vía metabólica distinta del 1,3-diglicérido previene la acumulación de grasa corporal.

Figura 1 - Esquema del reactor de cuatro fases para la glicerólisis



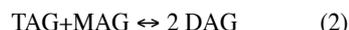
reacción, la capa líquida inferior es GL pura, mientras que la capa superior es la "fase aceitosa". La reacción se produce en esta última, ya que la GL es levemente soluble en los TAG pero los TAG no son solubles en GL. El catalizador sólido se distribuye en ambas capas y durante la reacción se suministra un flujo continuo de N₂. El sistema complejo de la reacción implica aspectos no bien establecidos, relacionados con las limitaciones termodinámicas, la presencia de reacciones competitivas, la interconversión del isómero DAG, la degradación del producto y la desactivación del catalizador.

La Tabla 1 presenta un análisis de la distribución de ácidos grasos en los aceites de soja y girasol después de la reacción de glicerólisis a 220 °C, mostrando que no hay cambios significativos en comparación con los aceites frescos. Además, el contenido de TAG se reduce a 35 % después de la reacción con un incremento concomitante del contenido total de

DAG de casi 50 %, 68 % de los cuales son los isómeros de 1,3 DAG utilizables en la dieta.

Los aceites que reaccionan también pueden contener MAG, principalmente como 1-MAG. Esto se explica con el hecho de que la glicerólisis es un proceso paso a paso, que comienza con la formación inicial de cantidades equimolares de MAG y DAG, Ecuación (1), seguida por distintos pasos posibles de reacción que pueden ocurrir dependiendo de la disponibilidad de GL en la zona de reacción. La vía consecutiva preferida es la reacción entre los TAG y los MAG hacia los DAG, Ecuación (2). Por lo tanto, es necesario tener cuidado cuando se seleccionan las condiciones experimentales más satisfactorias, principalmente con respecto a la temperatura de la reacción y a la relación GL/TAG en la alimentación al reactor, ya que ambos parámetros definen la concentración de GL disponible.

Los pasos de la reacción y la reacción en general, Ecuación (3) se pueden expresar como:



La Figura 2 muestra cómo la tasa del reactivo afecta el contenido de glicéridos al final de una reacción de 8 horas. El contenido máximo de DAG es 54 % con una relación GL/TAG óptima de 0,8, que corresponde a 36,4 % de 1,3-DAG. Sin embargo, el menor contenido de MAG se obtiene en las condiciones estequiométricas de la Ecuación (3), con GL/TAG = 0,5.

El efecto de la temperatura de la reacción se refleja en la Figura 1. Nuevamente, se obtiene un valor óptimo de 1,3 DAG a 220 °C. Las mayores temperaturas reducen el contenido de MAG pero favorecen la formación de FAA y otros productos no deseados que incrementan el color y causan la desactivación del catalizador en el aceite final, como se puede observar por los crecientes valores de los TAG.

Por lo tanto, solo se puede utilizar un rango estrecho de la relación GL/TAG y las temperaturas para optimizar la reacción de enriquecimiento del aceite y para evitar problemas en la vía competitiva hacia los MAG y en la estabilidad del catalizador.

Después de la refinación, el sabor y otras propiedades fisicoquímicas del aceite

Figura 2 - Efecto de la relación GL/TAG sobre la reacción de glicerólisis [aceite de girasol, óxido de magnesio, T = 220 °C, 8 horas, 9 g de catalizador/mol de aceite, 70 mL N₂/min]

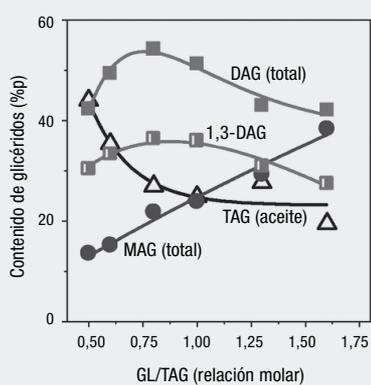


Figura 3 - Efecto de la temperatura de la reacción sobre la reacción de glicerólisis [aceite de girasol, óxido de magnesio, GL/TAG = 0,8; 8 horas, 9 g de catalizador/mol de aceite, 70 mL N₂/min]

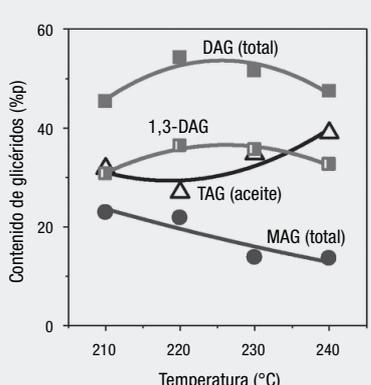


Tabla 1 - Composición de aceites vegetales comestibles frescos y de aceites después de la glicerólisis

Item	Aceite	Composición (%)									
		Distribución de ácidos grasos				Contenido de glicéridos					
		16:0 ^b	18:1 ^c (ω-9)	18:2 ^d (ω-6)	18:3 ^e (ω-3)	MAG	DAG	TAG	1,2-DAG	1,3-DAG	FFA
1	Girasol	7,1	29,9	63,0	-	1,1	1,6	97,3	0,4	1,2	0,04
2	Soja	11,1	25,2	54,8	8,9	0,6	3,4	96,0	1,0	2,4	0,02
3	Girasol ^a	7,7	36,6	55,7	-	15,3	49,3	35,4	16,0	33,4	2,6
4	Soja ^a	16,6	19,3	59,2	4,9	18,4	46,6	35,0	15,0	31,6	3,2

^a después de 8 horas de reacción a 220 °C y GL/TAG = 0,6; sin tratamiento adicional de purificación; ^b palmítico; ^c oleico; ^d linoleico; ^e linoléico

rico en 1,3-DAG son análogos a las de los aceites vegetales comerciales. La Figura 4 compara el aceite de girasol comercial antes y después de la glicerólisis seguida por un tratamiento con tierras de blanqueo.

Las potenciales aplicaciones alimenticias de estos aceites saludables son en emulsiones de tipo aceite en agua, como

mayonesas y aderezos para ensalada, y en emulsiones de tipo agua en aceite, representadas por margarinas, untables y rellenos de crema de manteca.

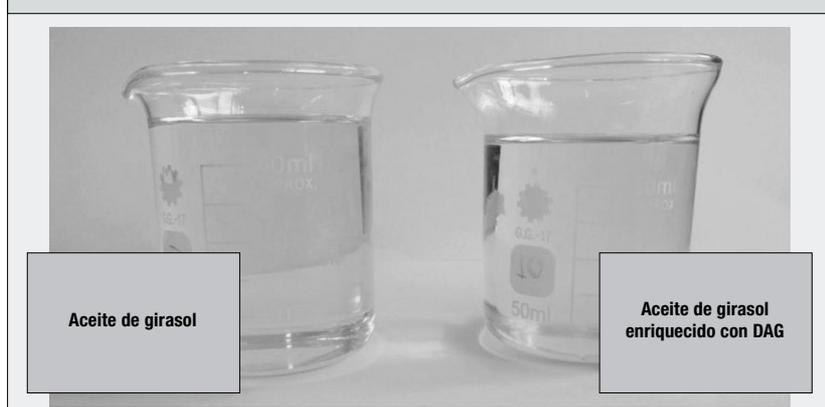
J. Isabel Di Cosimo ha estado trabajando en la ingeniería de la reacción química y la catálisis heterogénea por más de 30 años. Recibió su título de grado y su

doctorado en Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), en Santa Fe, Argentina.

Luego de una etapa post-doctoral en la Universidad Lehigh, en Bethlehem, Pennsylvania, EE.UU., en 1992 regresó a la Argentina para trabajar como Profesora en la UNL, como así también como Investigadora del CONICET (el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) en el INCAPE, en Santa Fe, focalizándose en aplicaciones para catalizadores sólidos. Sus principales intereses son la optimización de los recursos de biomasa para producir combustibles líquidos, productos comestibles, solventes verdes y productos químicos finos. Puede ser contactada en: dicosimo@fiq.unl.edu.ar

Cristián A. Ferretti actualmente está haciendo un post-grado en Barcelona, España y **M. Laura Spotti** es estudiante de post-grado ■

Figura 4 - Aceite de girasol comercial antes y después de la glicerólisis y el blanqueo



CARLOS ALBERTO GARCIA S.A.



- GASOIL
- SOLVENTES ALIFATICOS
- LUBRICANTES
- CANJE DE GRANOS
- PETROQUIMICOS
- SOLVENTES AROMATICOS
- ASFALTOS
- AGROQUIMICOS
- FERTILIZANTES
- CICLOHEXANO
- METANOL
- SERVICIO DE ALMACENAJE

9 de Julio 3278 - Tel. (0342) 4551258 - (3000) Santa Fe - Pcia. de Santa Fe - Argentina
E-mail: cagarcia@cagarcia.com.ar - www.oycgarcia.com.ar

Un hallazgo sorprendente en lípidos con consecuencias para los contenidos de omega-3 en los huevos y la nutrición humana



AUTORES: ROBERT ELKIN, KEVIN HARVATINE y AMY DUKE
E-mail: rge3@psu.edu

Material extraído de la edición de Junio de 2018 de INFORM, Volumen 29 (6) y publicado bajo la expresa autorización de sus editores.

Resumen / Abstract

Numerosas investigaciones han mostrado que el consumo de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 de cadena larga proporciona una infinidad de beneficios para la salud, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedad y muerte cardiovascular.

Numerous investigations have shown that the consumption of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids provides an infinite number of health benefits, including the reduction of the risk of disease and cardiovascular death.

Palabras claves / Key words

Ácidos grasos poliinsaturados omega-3 de cadena larga; enfermedades cardiovasculares; salud; nutrición.

Long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids; cardiovascular diseases; health; and nutrition.

Sin embargo, son pocos los estadounidenses que consumen suficientes cantidades de dicho nutriente vital para obtener esos beneficios, una deficiencia que los investigadores en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Estatal de Pensilvania en el campus University Park, Pensilvania, EE.UU., esperan cambiar fortificando los alimentos que las personas consumen con frecuencia, huevos y pollo, con ácidos grasos omega-3 de cadena larga saludables para el corazón.

su salud” dijo Kevin Harvatine, profesor adjunto de fisiología nutricional en el Departamento de Ciencias Animales de la Facultad.

“La producción de huevos y carne de aves nutricionalmente enriquecidos ayudará a los consumidores a cumplir sus metas de salud y permitirá que los pro-

“Con la incidencia de la obesidad, las enfermedades cardíacas y la resistencia a la insulina creciendo hacia proporciones epidémicas en los EE.UU., las personas deben hacer cambios para mejorar



ductores de huevos y aves incrementen el valor de sus productos”.

• **¿Por qué los huevos y la carne de aves?**

Harvatine y Robert Elkin, profesor de bioquímica nutricional aviar, colaboran en este campo de investigación desde 2011, y han realizado numerosos estudios en el Centro de Investigación y Aprendizaje Aviar de la Universidad Penn State con gallinas ponedoras y pollos parrilleros. Elkin tiene experiencia en nutrición aviar y una larga trayectoria de trabajo orientada a la modificación del contenido de colesterol en los huevos, mientras que Harvatine tiene experiencia en nutrición y metabolismo de lípidos (grasas) en el ganado lechero.

Los investigadores explicaron que el ácido alfa-linolénico es un ácido graso omega-3 de 18 carbonos que se encuentra presente en las semillas de lino, nueces, soja, aceites de nuez y verduras de hoja. Es uno de los ácidos grasos esenciales que el cuerpo humano no puede producir por sí mismo pero es vital para la salud de los sistemas cardiovascular, cognitivo e inmune. También se lo promociona por sus propiedades antiinflamatorias.

El otro ácido graso esencial, el ácido linoleico, es un ácido graso omega-6 con 18 carbonos que se encuentra presente comúnmente en el maíz, numerosos aceites vegetales y en una amplia variedad de snacks y comidas rápidas. Los ácidos grasos omega-6 pueden ser beneficiosos, pero consumir demasiada cantidad, algo que un gran número de personas hace, no es bueno, porque promueve la inflamación, destacó Elkin.

Además, los ácidos linoleico y linolénico compiten por el mismo conjunto de enzimas, que en el hígado, los convierten en derivados de cadena más larga, que tienen funciones opuestas en el proceso inflamatorio. Como resultado, cuando la relación de ácidos grasos omega-6/omega-3 favorece a los primeros, el hígado producirá menos ácidos grasos omega-3 de cadena larga saludables para el corazón que se transportan a los tejidos, como el cerebro y la retina, en donde cumplen otras funciones fisiológicas importantes.

Harvatine dice que el requerimiento para el omega-3 es variable, pero en general, los adultos sanos deberían plantearse un objetivo de 250 miligramos por día de cada uno de los dos tipos más importantes: el ácido eicosapentanoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Para las personas

con enfermedades cardíacas conocidas, se recomiendan consumos dietarios más elevados.

El EPA y el DHA contienen un mayor número de átomos de carbono y enlaces dobles insaturados, y como su consumo se encuentra asociado con un menor riesgo de enfermedad cardiovascular, son conocidos como ácidos grasos omega-3 saludables para el corazón. Los alimentos ricos en omega-3 de cadena larga incluyen los pescados grasos como salmón, atún, caballa y arenque; sin embargo, pocas personas consumen dos o tres porciones por semana, como lo recomienda la Asociación Americana del Corazón.

“A algunas personas no les gusta el pescado, o no lo pueden comer por sufrir alergias, o simplemente no lo pueden pagar”, dijo Harvatine. “Cualquiera sea la razón, la mayoría no satisface el requerimiento”. Además, si cada persona del planeta consumiera la cantidad de pescado necesaria para cumplir los objetivos para el omega-3, se agotarían los peces, y eso no es posible”.

Los investigadores creen que mientras existan suplementos de venta libre, es mejor alcanzar los objetivos nutricionales para el omega-3 consumiendo alimentos enriquecidos como la carne de aves y los huevos porque, como hace notar Elkin, “posiblemente sea la forma más efectiva para llegar a una mayor cantidad de personas que se preocupan por los riesgos para la salud (metilmercurio) asociados con el consumo de determinadas especies de pescados, la sustentabilidad y los efectos ambientales de la acuicultura, o que simplemente prefieren no comer pescado por una variedad de razones”.

Los huevos son un plato habitual de los estadounidenses. Según la Junta Americana del Huevo, el consumo de huevos *per cápita* es de aproximadamente 267 por año, que representa unos 5 huevos por persona por semana. Además, según el Consejo Nacional de Avicultura, en 2017 los estadounidenses con-

...

- En un estudio reciente publicado en *Lipids*, una publicación de la AOCS, los investigadores Elkin y Harvatine plantearon que la reducción del nivel dietario del ácido linoleico (el ácido graso omega-6 con 18 carbonos) en gallinas ponedoras podría promover una mayor conversión en el hígado del ácido linolénico en EPA y DHA, mientras que la suplementación de las dietas de las gallinas con aceite de soja alto oleico podría simultáneamente enriquecer aún más los huevos con ácido oleico sin influir sobre los contenidos de EPA y DHA en el huevo.
- De manera sorprendente, la suplementación simultánea de la dieta de las gallinas con aceite de semilla de lino y aceite de soja alto oleico redujo al máximo la deposición en la yema de ácido linolénico, ácidos grasos omega-3 de cadena larga y el total de ácidos grasos omega-3 en 37, 15 y 32 %, respectivamente.
- Dicho hallazgo revela un nuevo obstáculo potencial para el enriquecimiento de los huevos con ácidos omega-3, y puede tener consecuencias para la nutrición de los seres humanos.

sumieron aproximadamente 40 kilos de pollo por persona.

• Un hallazgo sorprendente informado para los lípidos

A diferencia de los típicos huevos nutricionalmente mejorados de los supermercados, el objetivo de Harvatine y Elkin es crear productos avícolas que sean más ricos en ácidos grasos omega-3 de cadena larga pero más bajos en ácidos grasos omega-6. Aunque los pollos pueden convertir los ácidos grasos omega-3 con 18 carbonos presentes en las plantas en omega-3 de cadena larga saludables para el corazón, el proceso es muy ineficiente. Los seres humanos también tienen una capacidad limitada para convertir el ácido linolénico en EPA y DHA.

En un estudio reciente publicado en *Lipids*, una publicación de la AOCS, Elkin y Harvatine plantearon que la reducción del nivel dietario del ácido linoleico (el ácido graso omega-6 con 18 carbonos) podría promover una mayor conversión en el hígado del ácido linolénico en EPA y DHA, mientras que la suplementación de las dietas de las gallinas con aceite de soja alto oleico podría simultáneamente enriquecer aún más los huevos con ácido oleico sin influir sobre los contenidos de EPA y DHA en el huevo.

El ácido oleico es el principal ácido graso presente en el aceite de oliva, que es la principal fuente de grasas de la dieta mediterránea, pregonada como una de las dietas más saludables para la prevención de la enfermedad cardiovascular.

Los investigadores observaron que, en comparación con los controles, el uso de aceite de semilla de lino como suplemento dietario resultó en un enriquecimiento de las yemas de huevo con EPA y DHA, pero la suplementación simultánea de la dieta de las gallinas con aceite de semilla de lino y aceite de soja alto oleico redujo al máximo la deposición en la yema de ácido linolénico, de ácidos grasos omega-3 de cadena larga, y del

total de ácidos grasos omega-3 en 37, 15 y 32 %, respectivamente.

Estos resultados plantearon que el ácido oleico dietario no fue neutral con respecto al proceso en general por el cual el ácido linolénico dietario fue absorbido, metabolizado y depositado en la yema de huevo, ya sea intacto o en la forma de derivados de ácido graso omega-3 de cadena más larga y más insaturados.

En base a sus conocimientos del metabolismo de los ácidos grasos, como así también de los análisis posicionales de los triglicéridos de los aceites experimentales, Elkin y Harvatine plantearon que el ácido oleico simplemente puede sacar al ácido linolénico fuera de competencia para la absorción por el intestino, que por último resultaría en un menor enriquecimiento de las yemas de huevo con ácido graso omega-3.

Además de ser el primer estudio que informa esto, según Elkin, los hallazgos también tienen consecuencias para la nutrición humana porque los pasos iniciales de la digestión y absorción de las grasas en el intestino son similares en los pollos y los humanos.

“Es posible que los aceites ricos en ácido oleico, si se consumen junto con pescados grasos o suplementos de ácidos grasos omega-3, como las cápsulas de aceite de pescado, podrían llegar impedir la capacidad del cuerpo para recibir todos los beneficios nutricionales de los EPA y DHA.

Esto también podría suceder con las personas que consumen la dieta mediterránea, en donde la principal fuente de grasas es el aceite de oliva rico en ácido oleico y se consumen bajas a moderadas cantidades de pescado”, agregó.

Existen estudios en curso para confirmar este hallazgo en las gallinas ponedoras usando otros aceites ricos en ácido oleico para poder demostrar si esto es un “efecto del ácido oleico” y no un efec-

to que es específico del aceite de soja alto oleico.

“La importancia de esta investigación para la industria (del huevo) es que hemos conocido un nuevo obstáculo potencial para el enriquecimiento de los huevos con ácidos grasos omega-3, y dicha información se podrá usar cuando se intente desarrollar la nueva generación de “huevos de diseño”, dijo Elkin.

La estudiante de pregrado Alexandra Kuborowski, del programa Schreyer Honors Scholar, contribuyó con la investigación. La Pennsylvania Soybean Board y el programa Pennsylvania Poultry Industry Egg Research Check-Off Program respaldaron este trabajo.

Robert Elkin es profesor de bioquímica nutricional aviar en el Departamento de Ciencias Animales de la Universidad Estatal de Pensilvania, en el campus University Park, en Pensilvania, EE.UU., en donde su programa de investigación ha incluido la nutrición y el metabolismo de ácidos grasos en las aves, el uso nutricional del grano de sorgo, el análisis de aminoácidos de los forrajes y fluidos fisiológicos usando cromatografía líquida de alta eficiencia, la reducción nutricional/farmacológica del contenido de colesterol en los huevos, y más recientemente, los abordajes dietarios novedosos como el enriquecimiento de huevos y carnes de aves con ácidos grasos omega-3 de cadena larga muy “saludables para el corazón”. Elkin es miembro del comité de las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina que preparará la 10ª edición revisada del informe de Requerimientos Nutricionales de las Aves, y puede ser contactado en rge3@psu.edu.

Kevin Harvatine es profesor adjunto de fisiología nutricional en el Departamento de Ciencias Animales, y **Amy Duke** es profesional de medios en la Facultad de Ciencias Agrícolas en la Universidad Estatal de Pensilvania, en el campus University Park, en Pensilvania, EE.UU. ■

CEM

Provisiones Industriales

La gama más importante de productos para el montaje y mantenimiento de plantas industriales.



FORJA ATLAS S.A.



- Accesorios forjados para cañería de alta presión bajo normas A.S.T.M / A.S.M.E. - A.N.S.I. / B.S.P. fabricados en aceros al carbono, inoxidable, aleaciones.
- Bridas especiales.
- Partes forjadas / mecanizadas para válvulas y otras aplicaciones.
- Sistema de calidad ISO 9002 Certificado



ESFEROMATIC®

- Válvulas esféricas manuales y motorizadas.
- Válvulas de control a casquete esférico.
- Actuadores manuales, neumáticos y a diafragma.
- Válvulas de control Foxboro.



«P» polifiltros S.A.

Calidad y servicio para los más exigentes usos del filtrado industrial.

- Filtros de aire de baja, media y alta eficiencia
- Filtros de Alta Eficiencia, HEPA y ULPA de maxi y mini pliegues
- Mangas filtrantes de poliéster, polipropileno, nylon y nomex
- Filtros para alta temperatura
- Filtros metálicos
- Filtros de carbón activado
- Filtros para turbinas de gas

FLEXSEAL

Soluciones en Sellado de Fluidos



- Juntas espirometálicas / encaquetadas / para intercambiadores de calor / libres de asbestos para bridas y especiales según plano.
- Anillos R.J. para bridas.
- Rollos cinta PTFE expandido.
- Protectores de seguridad para bridas.
- Empaquetaduras.

MANGUERA FLEX ARGENTINA S.A.

- Caños flexibles metálicos y de PTFE
- Amortiguadores de vibración
- Compensadores axiales de dilatación

INDUSTRIAS DICA S.R.L.

- Acoples rápidos de Bronce/Aluminio/Acero Inoxidable y PPN
- Mangueras para todo tipo de fluidos (armadas según especificaciones del cliente)

VALOIDE S.R.L.

- Espárragos, bulones y tuercas según normas ASTM-IRAM-DIN y SAE

FARINOLA E HIJOS S.A.

- Válvulas de Seguridad
- Indicadores de Nivel

CINTOLO HNOS METALURGICA S.A.

- Accesorios para cañería de acero al carbono para soldar a tope

VALVTRONIC S.A.

- Válvulas mariposas
- Válvulas para vapor High Performance de doble y triple excentricidad
- Válvulas de retención Simple Check

FUTURA HNOS S.R.L.

- Bridas forjas de acero al carbono
- Tapas de cierre rápido

GORA S.A.

- Carcasas filtrantes DINAPACK / UNIPACK
- Cartuchos filtrantes para sólidos / gases y líquidos
- Demister / Filtros temporarios / Placas filtrantes
- Filtros de diseño especial

FITINOX S.R.L.

- Conectores y uniones para tubos de bronce, acero inoxidable y acero al carbono
- Tubos de cobre recocido, Ac. Inox. Y Ac. Carbono

JEFFERSON SUDAMERICANA S.A.

- Válvulas solenoides
- Controles de Nivel

FRANCEL

- Manómetros/Manovacúómetros/Termómetros
- Sellos Químicos

SIAT S.A.

- Caños de acero al carbono y galvanizados con y sin costura, en todos sus diámetros

GENEBRE DE ARGENTINA S.A.

- Trampas termodinámicas/Filtros "Y" inoxidable/ Válvulas de retención a disco Inoxidable

Además:

Cinta protección anticorrosiva TCOAT.
Juntas MONOLÍTICAS.
Elementos para redes de GAS.
Elementos para redes de lucha contra incendio.
Accesorios galvanizados y de acero inoxidable.

Extracción y análisis de aceite - Temas críticos y estudios comparativos

Capítulo 4

Evaluación de la extracción rápida y de alta temperatura para forrajes, alimentos y oleaginosas usando el analizador de grasas ANKOM^{XT20} para determinar el contenido de grasa cruda



AUTORES: R.J. KOMAREK, A.R. KOMAREK, Y B. LAYTON

ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY 14502

Material extraído de *Oil Extraction and Analysis - Critical Issues and Comparative Studies* – AOCS Press y publicado bajo el Acuerdo de Licencia convenido entre AOCS y ASAGA con fecha 21/11/2017.

Resumen / Abstract

El proceso de extracción para la separación cuantitativa de las grasas y/o los aceites es la base de la gran mayoría de los métodos oficiales. El proceso de extracción, que separa la muestra en dos fracciones, permite dos abordajes para la medición cuantitativa. El análisis se puede realizar de dos maneras, pesando directamente la fracción de grasa/aceite o midiendo indirectamente la pérdida de peso causada por la extracción. La aceleración del proceso de extracción se ha logrado incrementando la temperatura del solvente. Este capítulo discute un método fundamental desarrollado recientemente que se conoce como la tecnología de filtro bolsa (TFB). Dicha técnica utiliza temperaturas de hasta el doble del punto de ebullición del éter de petróleo para acelerar la extracción. Se logran altos rendimientos de cantidad de muestras analizadas usando el procesamiento por lotes de muestras encapsuladas en un medio filtrante en la forma de una bolsa. La extracción se realiza automáticamente con el analizador de grasas ANKOM^{XT20}, un instrumento que puede procesar 20 muestras en 20-60 minutos. El porcentaje de grasa/aceite se calcula indirectamente con la pérdida de peso de la muestra en el filtro bolsa. En este capítulo se discuten varios estudios relacionados con la extracción y las mediciones gravimétricas de las fracciones, tanto para el método convencional como para el método TFB. La exactitud de la TFB depende del secado previo y el pesaje correcto de la muestra. Estudios realizados con el método convencional sugieren que las muestras

The process of extraction for the quantitative separation of fat/oil is the basis for the majority of official methods. The extraction process, which separates the sample into two fractions, permits two approaches to quantitative measurement. The analysis can be performed by either weighing the fat/oil fraction directly, or indirectly by measuring the loss of weight due to extraction. Acceleration of the extraction process has been achieved by elevating the temperature of the solvent. This chapter discusses a recently developed primary method called the Filter Bag Technique (FBT). This technique utilizes temperatures of up to twice the boiling point of petroleum ether to accelerate extraction. High sample throughputs are accomplished by batch processing of samples encapsulated in filter media formed in the shape of a bag. The extraction is performed automatically in an ANKOM^{XT20} Fat Analyzer, an instrument that can process 20 samples in 20–60 min. The fat/oil percentage is calculated indirectly from the loss of weight from the sample in the filter bag. Various studies related to the extraction and gravimetric measurements of these fractions are discussed in this chapter for both the conventional method and the FBT. The accuracy of the FBT depends on effective predrying and proper weighing of the sample. Studies of the conventional method suggest that samples containing polyunsaturated fatty acids are

que contienen ácidos grasos poliinsaturados son sensibles a la oxidación, particularmente durante el paso de la evaporación del solvente cuando se calienta el aceite en presencia de oxígeno. Varios estudios de la robustez de la TFB indican que el método no es sensible a pequeños cambios en las condiciones analíticas. La robustez del método fue confirmada en un experimento que utilizó la prueba de Youden (8) para evaluar dicha robustez. Cuando la exactitud de la TFB se comparó con la del método convencional usando una amplia variedad de muestras ($n = 22$) en un análisis de regresión, ambos métodos estuvieron altamente correlacionados ($R^2 = 0,9996$). Básicamente no hubo sesgo (intercepto $-0,046$) ni distorsión en el rango de las muestras (pendiente $1,001$). Dos estudios colaborativos con laboratorios de cinco países proporcionaron evidencia similar de la exactitud de la TFB. El segundo estudio colaborativo, diseñado para evaluar la TFB como un método oficial de AOCS, se realizó con 28 muestras presentadas como 56 dobles ciegos. Doce laboratorios colaborativos internacionales utilizaron la TFB para el análisis, mientras que tres laboratorios certificados por AOCS utilizaron los métodos oficiales. En comparación con los métodos oficiales, este estudio resultó en un R^2 similar y altamente significativo de $0,9990$, con un intercepto de $0,046$ y una pendiente de $1,005$. La repetibilidad promedio dentro de los laboratorios fue $S_r = 0,31$ y la reproducibilidad entre laboratorios fue $S_R = 0,46$. Estos estudios indican que la TFB es un método exacto y preciso capaz de analizar grandes cantidades de muestras de manera eficiente y automática.

sensitive to oxidation particularly during the solvent evaporation step when the oil is heated in the presence of oxygen. Various studies of the ruggedness of the FBT indicate that the method is not sensitive to small changes in analytical conditions. The ruggedness of the method was confirmed in an experiment utilizing Youden's Ruggedness Test. When the accuracy of the FBT was compared to that of the conventional method with a wide variety of samples ($n = 22$) in a regression analysis, the two methods were highly correlated ($R^2 = 0.9996$). There was essentially no bias (-0.046 intercept) and no distortion over the range of the samples (slope 1.001). Two collaborative studies with laboratories from five countries provided similar evidence of the accuracy of the FBT. The second collaborative study, designed to evaluate the FBT as an AOCS official method, was conducted with 28 samples presented as 56 blind duplicates. Twelve international collaborating laboratories used the FBT for the analysis, whereas three AOCS certified laboratories utilized the official methods. This study resulted in a similar highly significant R^2 of 0.9990 compared with the official methods, with an intercept of 0.046 and a slope of 1.005 . The average repeatability within laboratories was $S_r = 0.31$ and reproducibility among laboratories was $S_R = 0.46$. These studies indicate that the FBT is an accurate and precise method capable of analyzing large quantities of samples in an efficient and automated fashion.

Palabras claves / Key words

Extracción del aceite; tecnología de filtro bolsa; solvente; fracción de grasas; análisis cuantitativo.

Oil extraction; filter bag technology; solvent; fraction of fats; quantitative analysis.

• Introducción

Conocer el contenido de grasa en alimentos y forrajes, o el contenido de aceite en las oleaginosas es de suma importancia cuando se analiza el valor de dichos materiales. El contenido de aceite en las oleaginosas determina su valor comercial, mientras que el contenido de grasa es importante para obtener conocimiento del valor nutricional y el metabolismo energético de una dieta. Tanto la grasa como el aceite representan la fracción de lípidos generalmente asociados con los triacilglicérols y los compuestos de solubilidad similar en los solventes no polares. En este capítulo, los términos “grasa” y “aceite” se usarán indistintamente.

El análisis cuantitativo del “aceite” como lo denomina la Asociación Americana de Químicos del Aceite (AOCS) (1) o la “grasa cruda”, como la designa la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) (2), se basa en la separación de la grasa/aceite de la matriz de la muestra con un proceso de extracción con solventes no polares. La cantidad de aceite se puede determinar de dos maneras, pesando directamente el aceite extraído (Método Directo, Método 920.39a de la AOAC) o midiendo la pérdida de peso de la muestra (Método Indirecto, Métodos 920.39b y 948.22a de la AOAC). Dicho proceso se describe en el diagrama de flujo de la Figura 4.1. Cada paso en el proceso afecta la exactitud y precisión del análisis. Existen

diversos pasos críticos de secado, pesaje, extracción y evaporación. El proceso finaliza con dos fracciones, es decir, el residuo extraído por solvente, cuyo porcentaje se puede calcular directamente, y la fracción de la muestra que no es soluble en solvente, cuyo porcentaje se puede calcular indirectamente. Como ambos valores se pueden determinar en una misma muestra, su concordancia verifica la exactitud del análisis.

Los solventes no polares como el éter dietílico, el éter de petróleo y el hexano disuelven las grasas y aceites y dejan proteínas, carbohidratos y otros compuestos insolubles en estos solventes. Este fraccionamiento es la base de la mayoría de los métodos analíti-

cos oficiales establecidos por AOCS, AOAC y la Organización Internacional de Normalización (ISO) (3), la Asociación Alemana para la Ciencia de las Grasas (DGF) (4), y la Federación de Asociaciones de Aceites, Semillas y Grasas (FOSFA) (5). Estos métodos utilizan el extractor Soxhlet, desarrollado por Franz Von Soxhlet (6) en 1939, el extractor de tipo Butt (2), o el extractor Goldfisch (7). Todos estos métodos hierven el solvente y utilizan solvente condensado para extraer la muestra. El extractor Soxhlet permite que se llene la cámara de la muestra y que la misma se vacíe por sifón en el matraz de ebullición; los otros simplemente permiten que el solvente condensado pase por la muestra a medida que refluye el solvente. Por consiguiente, la muestra se extrae con solvente a una temperatura por debajo del punto de ebullición del líquido, y requiere tiempos de extracción que oscilan entre 4 y 16 horas.

La tasa de extracción aumenta rápidamente con la inmersión de la muestra en el solvente en ebullición (8), por lo tanto se produce una extracción de grasa/aceite a mayor temperatura y reduciendo el tiempo de extracción. Se han logrado mejoras adicionales en la cinética de la extracción, realizándola en una cámara sellada a presiones elevadas que permiten que la extracción se realice a temperaturas muy por encima del punto de ebullición del solvente [ANKOM (9), Dionex (10) y extracción por fluido supercrítico (11)]. Esto resulta en una reducción adicional del tiempo de extracción.

Se está analizando un método recientemente desarrollado que utiliza temperaturas de solvente elevadas en un proceso automatizado por lotes como Método Oficial de AOCS. Dicha técnica responde a la necesidad de un proceso rápido, eficiente y de alto volumen para el análisis de grasas/aceites que sea equivalente al método principal que utiliza éter de petróleo. El método se denomina “Determinación rápida del aceite/grasa cruda utilizando extracción

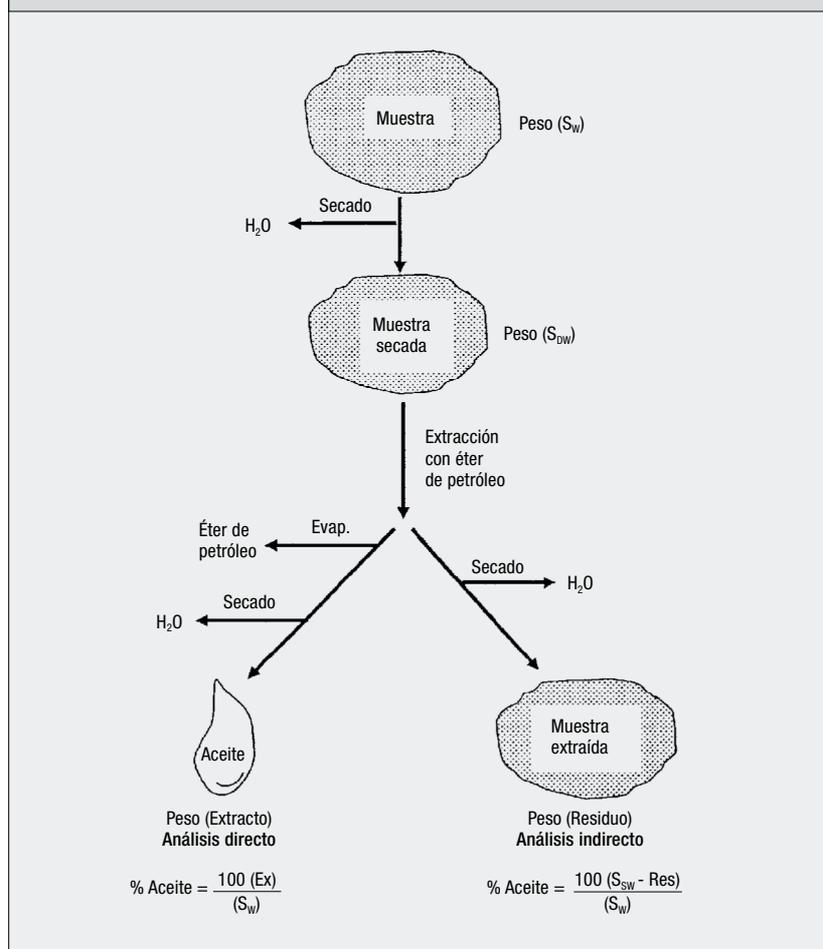
por solvente de alta temperatura”. Este método se realiza con el analizador de grasas ANKOM^{XT20} (XT20) y también con el extractor ANKOM^{XT10} (XT10) (9). El procesamiento por lotes se realiza encapsulando cada muestra en un filtro mediano especial, conservando su identidad cuantitativa mientras se realiza la extracción de alta temperatura en muestras múltiples en una cámara de extracción común. El medio filtrante es en forma de una bolsa y se termosella luego de introducir la muestra. Este método de análisis se conoce como tecnología de filtro bolsa (TFB) y cuenta con capacidad para un alto rendimiento de muestras (más de 200 muestras/día). Este capítulo discutirá los antecedentes del proceso de extracción y la evaluación de la precisión (reproducibilidad entre distintos laboratorios en un estudio colaborativo), la exactitud

(comparación con métodos estándar), y la robustez de la TFB en estudios en el laboratorio y en estudios colaborativos entre laboratorios.

• Materiales y Métodos

Método convencional. El método Goldfisch, realizado con un extractor de grasa Goldfisch de Labconco, se utilizó en una cantidad de estudios como método convencional para su comparación con el método TFB (7). Las funciones del equipo son esencialmente las mismas del extractor de tipo Butt, que refluye el solvente continuamente sobre la muestra durante la extracción. El método puede utilizar ambas vías, es decir, el análisis directo y el análisis indirecto de la grasa/aceite (Figura 4.1). Las extracciones se realizaron durante un perio-

Figura 4.1 - Representación gráfica del análisis de la grasa/aceite de la extracción por solvente.



do de entre 4 y 5 horas y el solvente se evaporó parcialmente y se recuperó en un vaso de precipitación de vidrio. En estudios anteriores, se evaporó el solvente residual (aproximadamente 10 ml) encima de una placa caliente sostenida por un soporte en el equipo. En estudios posteriores, con muestras sensibles, el solvente residual fue evaporado sobre un baño de vapor bajo nitrógeno. El análisis se llevó a cabo pesando la muestra en un cartucho tarado, secando la muestra a 100 °C durante 3 horas, y pesándola a temperatura ambiente en una bolsa desecante. Los cartuchos usados en este estudio fueron fabricados a partir de los medios filtrantes hidrofóbicos usados para los filtros bolsa. Los cartuchos típicos de celulosa son muy higroscópicos y difíciles de pesar. Los cartuchos que contienen las muestras se insertaron en el equipo y se conectó un vaso de precipitación de vidrio tarado con 50 ml de éter de petróleo en cada unidad de flujo. El ciclo se inició encendiendo la placa caliente. Cuando se completó la extracción y se evaporó el solvente, tanto la muestra residual en el cartucho como la grasa/aceite en el vaso de precipitación fueron secados a 100 °C durante 30 minutos, enfriados a temperatura ambiente en un desecador, y pesados. Para verificar la exactitud se realizaron ambos análisis, el directo y el indirecto, sobre cada muestra.

Tecnología del filtro bolsa. La TFB sigue la vía de la Figura 4.1 del análisis indirecto y se realizó en el XT20 (9). La muestra se pesó en el filtro bolsa, se termoselló, se secó a 100 °C durante aproximadamente 3 horas, se enfrió en una bolsa desecante, y se pesó. Las muestras (n = 20) se colocaron en un carrusel en la cámara de extracción. Se seleccionó la temperatura (90 °C) y el tiempo de extracción, generalmente entre 10 y 60 minutos, y se inició el equipo. El XT20 procesó automáticamente las muestras de la siguiente manera: sellado y purgado de la cámara, inserción y calentamiento del solvente, rotación del carrusel de bolsas y vacia-

do cuando se completó el tiempo de extracción. Luego se agregó solvente para el primer enjuague, se vació después de 3 minutos y se volvió a llenar con solvente fresco para un segundo enjuague. Después de vaciar el solvente, se evaporó el solvente residual y se purgó la cámara con nitrógeno. Cuando el equipo se anexa a un sistema de recuperación ANKOM^{XT} automáticamente destila y recicla el solvente. El extractor ANKOM^{XT10} realiza un proceso similar. Las muestras se secaron a 100 °C durante 30 minutos, se enfriaron a temperatura ambiente en una bolsa desecante y se pesaron.

La bolsa desecante se diseñó para poder manejar mejor los filtros bolsa durante el proceso de pesaje. Las bolsas fueron fabricadas a partir de bolsas de polietileno resellables conteniendo desecante y se utilizaron para todos los estudios usando la TFB. Los filtros bolsa fueron retirados del horno y colocados directamente en la bolsa desecante. Se eliminó el aire y se selló la bolsa. Las muestras se equilibraron rápidamente a temperatura ambiente y estuvieron protegidas de la humedad ambiente de manera efectiva por el limitado espacio de cabeza de la bolsa. El ingreso de aire húmedo durante la extracción de cada bolsa se redujo minimizando el tamaño de la abertura y presionando la bolsa en forma plana.

Solventes. Aunque resulta posible utilizar otros solventes, el éter de petróleo es el solvente preferido para la TFB por su seguridad, costos y fácil reciclado. Se utilizó éter de petróleo en todos los estudios informados en el presente capítulo. El rango del punto de ebullición del éter de petróleo comercial especificado por el proveedor es 35–65 °C (12). Se investigó la distribución de los componentes del solvente a lo largo del rango de temperatura en un estudio de destilación fraccionada del éter de petróleo nuevo y reciclado (destilado para la extracción de la grasa). Las fracciones se recolectaron en incrementos de 5 °C entre 36 y 80 °C.

Preparación de la muestra. El objetivo de la preparación de la muestra es proporcionar una muestra que represente con exactitud a la “población” bajo estudio y desorganice suficientemente a la matriz para permitir una extracción más eficiente. Se molieron muestras de carne con una procesadora de alimentos hasta lograr una consistencia uniforme y se mezclaron minuciosamente. Para la facilidad de despacho y la uniformidad de la muestra, las carnes para los estudios colaborativos internacionales fueron secadas a 100 °C durante 3 horas y luego se molieron en un molino ciclónico para que pasaran por una malla de 2 mm. Las muestras de forraje se molieron en un molino ciclónico para que pasaran por una malla de 1 mm y se mezclaron minuciosamente. Las muestras de alimentos se procesaron con una procesadora de alimentos o un molino ciclónico para producir una muestra representativa con una consistencia uniforme. Las muestras de soja primero se secaron a 130 °C durante 30 minutos y luego se molieron en un molino ciclónico para que pasaran por una malla de 1 mm. Otras oleaginosas fueron molidas en un molino ciclónico para que pasaran por una malla de 1 o 2 mm dependiendo del nivel de oclusión de la malla.

Los efectos del molido fueron demostrados en un estudio con soja que fue procesada de tres maneras. En el primer tratamiento, la soja fue molida a través de una malla de 2 mm y luego extraída. En el segundo tratamiento, la soja fue procesada según el procedimiento de AOCS (13) calentando primero la soja en un horno a 130 °C durante 30 minutos y luego se molió a través de una malla de 1 mm seguido por la extracción. El tercer tratamiento incluyó un segundo molido de las muestras de soja del segundo tratamiento a través de una malla de 1 mm y luego se extrajeron por segunda vez.

Procedimientos de pesaje en los métodos convencionales. El procedimiento de pesaje es crítico para el análisis gravimétrico de las grasas/aceites. La exac-

titud del balance analítico se verificó y controló todos los días en los cuales se realizó el pesaje. El pesaje exacto de las muestras secas requiere procesar rápida y directamente desde el ambiente desecante, limitando la exposición al aire ambiente húmedo. Los vasos de precipitación de vidrio utilizados en el método convencional eran higroscópicos y podrían, bajo determinadas circunstancias, exhibir una carga estática significativa. El efecto de la carga estática se investigó en un experimento con muestras de una dieta porcina. Las muestras se extrajeron con éter de petróleo durante 4 horas, y el aceite residual en los vasos de precipitación de seis réplicas se secó a 100 °C durante 30 minutos. Después que las muestras se equilibraron a temperatura ambiente en un desecador, se pesaron los vasos de precipitación. Luego se transfirió el aceite con una cantidad reducida de éter de petróleo a bandejas de aluminio aforadas porque no retienen carga estática. Después de la evaporación del solvente, las muestras en las bandejas de aluminio se secaron en el horno, se equilibraron en un desecador, y luego se pesaron.

Oxidación. Se realizó un estudio diseñado para evaluar la exactitud relativa de las mediciones directas e indirectas con muestras duplicadas de carne molida, salchichas, papas fritas, dieta equina de alta energía, dieta porcina, maíz, avena y soja. Se llevaron a cabo determinaciones directas e indirectas sobre la misma muestra usando el método convencional. El aceite se evaporó usando el soporte del equipo de Labconco, que sostiene el vaso de precipitación encima de la placa caliente.

Debido a la falta de correspondencia de las mediciones directas e indirectas con determinadas muestras, se realizaron estudios para evaluar el papel de la oxidación en los valores elevados de muestras conteniendo lípidos insaturados. Se llevó a cabo un experimento con una muestra de maíz que en estudios previos había exhibido valores directos elevados

con relación a los valores indirectos. Se diseñaron una serie de tratamientos para limitar la oxidación en primer lugar y luego aumentar gradualmente la posibilidad de oxidación. Se observó que la mayor parte de la masa de aceite/grasa se extrajo al inicio del tiempo de extracción y que el aceite/grasa disuelta en el solvente estuvo sujeto a las temperaturas de ebullición por horas durante el reflujo del solvente. Como el sistema no era anaeróbico, existía la posibilidad de que dichas condiciones pudiesen promover la oxidación. En este experimento, en los dos primeros tratamientos, el aceite extraído fue retirado del equipo a la hora y media y a las tres horas del proceso de extracción, continuando el ensayo con solvente fresco para completar una extracción de 5 horas. El resto de los tratamientos refluyen durante 5 horas sin la extracción de la primera fracción. La última fracción de solvente de 10 ml se evaporó de distintas maneras. En los tratamientos 1, 2 y 3, el solvente fue evaporado sobre un baño de vapor bajo flujo de nitrógeno dirigido hacia la superficie. En el tratamiento 4, el solvente residual fue evaporado sobre un baño de vapor sin nitrógeno. En el tratamiento 5, el solvente fue evaporado encima de la placa caliente en el soporte del equipo de Labconco. En el tratamiento 6, el solvente fue evaporado directamente sobre la placa caliente hasta que todo el solvente fue eliminado. Después de la extracción, las muestras de los tratamientos 1 y 2 fueron secados en un desecador y purgados con nitrógeno durante 4 horas. Las muestras del resto de los tratamientos fueron secadas en estufa a 100 °C durante 30 minutos. Cuando las muestras se extrajeron de la estufa, se equilibraron a temperatura ambiente en un desecador purgado con nitrógeno. El vacío en el desecador se llevó a presión atmosférica con nitrógeno.

El aceite recuperado de los tratamientos 1, 5 y 6 fue analizado con cromatografía en capa fina (CCF). Las muestras se cromatografiaron en placas de gel de sílice con cloruro de metileno y visualizadas con azul de bromotinol (14).

Dicho procedimiento separa los esteroides, los triacilglicerolés, y las fracciones menos polares.

Secado previo de la TFB. En forma previa a la extracción, todas las muestras se secaron a 100 °C durante 3 horas tanto para los métodos convencionales como para la TFB. Es particularmente importante extraer la humedad residual de las muestras analizadas con TFB porque la humedad se elimina durante el proceso de extracción, generando valores erróneamente aumentados. Se realizó un estudio de los efectos del secado previo sobre la carne molida, la dieta equina de alta energía, el maíz, la soja y una dieta porcina en distintos períodos de tiempo y a distintas temperaturas. Las muestras se pesaron en un filtro bolsa y secaron a 100, 105 y 110 °C. Las muestras fueron analizadas a intervalos de 30 a 180 minutos, y cada tratamiento se replicó tres veces.

Tamaño de la muestra para la TFB. En un estudio usando la TFB se investigó el efecto del tamaño de la muestra (1,00; 0,50; y 0,254 g) sobre la precisión del análisis de seis muestras de maíz y tres muestras de soja. Las muestras, analizadas por triplicado, finalmente se molieron finamente y exhibieron una consistencia uniforme. Debido a la sensibilidad del balance analítico (capacidad para pesar hasta 0,1 mg) y al peso aforado relativamente reducido de los filtros bolsa (0,5 g), se esperaba que los errores de pesaje fueran minimizados y que la varianza asociada con este estudio estuviese relacionada con el manejo y la homogeneidad de la muestra.

Temperatura de extracción para la TFB. Debido a que las temperaturas del solvente mejoran la cinética de extracción, se estudiaron los efectos de las extracciones a tres temperaturas, 85; 90 y 95 °C. Las muestras se obtuvieron en intervalos de 15 minutos durante un período de 60 minutos. Los análisis con

la TFB se realizaron por triplicado sobre carne molida, soja, papas fritas y una dieta equina de alta energía.

Secado posterior a la extracción en la TFB. Después de la extracción y la evaporación del solvente en el XT20, las muestras pueden aumentar el peso por la exposición a la humedad ambiente y además pueden contener trazas de solvente que se deben eliminar. Se estudiaron períodos de 10 y 20 minutos de secado posterior a la extracción. Las muestras se pesaron directamente después de ser extraídas del XT20 y se colocaron en estufa a 100 °C durante dos períodos consecutivos de 10 minutos y después del enfriamiento se pesaron en una bolsa desecante. Las muestras (n = 10) se analizaron por duplicado (harina de avena, mezcla para brownies, alimento para perros, dieta porcina, jamón, pavo, maíz, soja y canola). Se realizó un segundo estudio para determinar el efecto del secado a 100 °C en intervalos de 20; 40; 60 y 80 minutos. Los análisis con la TFB se llevaron a cabo por triplicado en soja, canola, papas fritas y forrajes para equinos.

Prueba de Youden para la robustez de la TFB. Se realizó la prueba de robustez de Youden (15) para evaluar siete variables del método y el efecto de cambios modestos en dichas variables. Las variables fueron las siguientes: tamaño de la muestra (0,8–0,9 g vs. 1,2–1,3 g), tiempo de secado previo (2,5 vs. 3,0 h), temperatura de secado previo (98 vs. 102 °C), tiempo de extracción (25 vs. 35 min), temperatura de extracción (89 vs. 94 °C), tiempo de secado posterior (25 vs. 35 min), y temperatura de secado posterior (98 vs. 102 °C). Se analizaron 9 tipos de muestras por triplicado, incluyendo carne molida, muslos de pollo, salchichas, maíz, soja, papas fritas, forraje para ganado, forraje para aves y alimento para perros.

Comparación del método TFB con el método convencional. Se evaluó la exactitud relativa de la TFB comparando los resultados de este método con los del método convencional. Se analizaron muestras (n = 22) con ambos métodos; cada una se replicó 5 veces para comparar la precisión relativa. Las muestras

incluyeron una variedad de muestras que comprendían carnes, granos y oleaginosas, forrajes y alimentos. Los datos se analizaron con análisis de regresión.

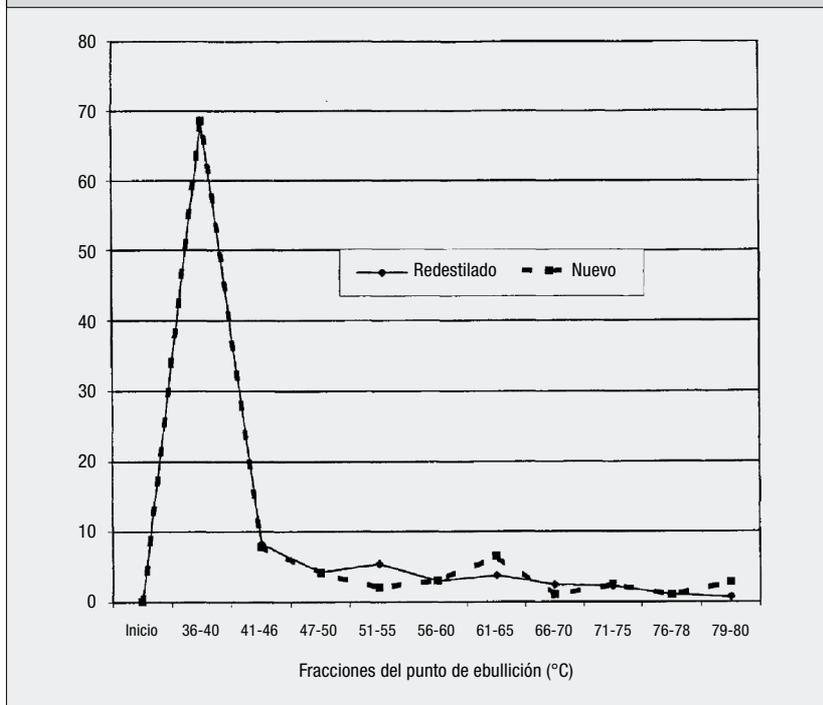
Estudio multilaboratorios del método TFB. Se diseñó un estudio para evaluar la precisión y exactitud del método TFB analizando 5 muestras por cuadruplicado y usando el mismo protocolo en 13 laboratorios, los análisis se completaron dentro de un período de 3 semanas. Dicho estudio brindó una oportunidad para que los laboratorios se familiaricen con el protocolo de la TFB que sería utilizado en un estudio colaborativo más extenso. Los laboratorios estaban localizados en los Estados Unidos, Canadá y Europa. Las muestras utilizadas fueron carne molida, virutas de queso, soja, maíz y una dieta equina. El análisis convencional se llevó a cabo con tecnología ANKOM.

Estudio colaborativo de la TFB. Se diseñó un estudio colaborativo, conjuntamente con AOCS, para evaluar la precisión y exactitud de la TFB con una amplia variedad de muestras que representaron alimentos, forrajes, carnes y oleaginosas. Se enviaron muestras (n = 28) a 12 laboratorios en los Estados Unidos, Canadá y Europa en la forma de 56 dobles ciegos. Cada laboratorio recibió un protocolo detallado y tuvo la oportunidad de familiarizarse con el método en un estudio preliminar. Estas muestras también fueron analizadas por tres laboratorios certificados por AOCS utilizando métodos oficiales relevantes.

• Resultados y Discusión

Reuso del solvente. Los resultados de un estudio sobre el fraccionamiento del solvente del éter de petróleo (Figura 4.2) indicaron que la mayor parte del solvente (aproximadamente 70 %) se destiló en el rango de 36–40 °C sin ninguna fracción mayor al 8 %. Las distribuciones de todas las fracciones fueron similares tanto para el solvente reciclado

Figura 4.2 - Distribución del punto de ebullición de éter de petróleo de grado reactivo nuevo y reciclado. El éter de petróleo reciclado se recuperó destilando el solvente residual de las extracciones de grasa.



do como para el adquirido. Este estudio indica que el éter de petróleo se puede reciclar sin modificar significativamente la distribución de los componentes del solvente.

Alteración de la matriz de la muestra.

Las grasas y los aceites que no son obstaculizados por la matriz de la muestra, o por varios tipos de enlaces se disuelven rápidamente en los solventes de grasas. El aceite atrapado en las matrices celulares de la planta es particularmente difícil de extraer a través de la pared celular. Esta microestructura puede actuar como una membrana semipermeable en donde las moléculas más grandes tienen acceso limitado para salir de la estructura, aunque las moléculas de solvente más pequeñas pueden penetrar la estructura. Las matrices vegetales son difíciles de alterar a nivel celular y esto ha llevado al desarrollo de procedimientos de molido exhaustivos. Los procedimientos de molido y remolido requeridos para los métodos de AOCS y FOSFA para determinadas muestras de oleaginosas dan evidencia de la dificultad de preparar dichas muestras para su análisis. El estudio del molido de la soja ilustra el problema de la preparación de la muestra para una extracción completa del aceite (Figura 4.3). El secado de la soja entera a 130 °C durante 60 minutos antes del molido mejoró el rendimiento en aproximadamente 3 %, mientras que el remolido posterior a la extracción mejoró la recuperación en un 2 % adicional. En ambos tratamientos, se podría esperar que se produjera una fractura más extensa de la pared celular, permitiendo una mayor extracción de aceite. Lamentablemente, el tratamiento en estufa y el molido exhaustivo incrementa la posibilidad de oxidación de los ácidos grasos insaturados en los lípidos de la soja, incrementando potencialmente el peso del aceite extraído. Sin embargo, es posible que haya suficiente protección dentro de la matriz, proporcionada por los tocoferoles y otros antioxidantes, para retardar dicha oxidación.

Errores de pesaje. En todos los procedimientos gravimétricos es necesario prestar particular atención a los factores que afectan el proceso de pesaje. Cuando las muestras se secan en estufa, las moléculas de agua se desprenden de los sitios de enlace en las muestras y en el recipiente de la muestra.

Si tienen la oportunidad, estos sitios activos se vuelven a llenar rápidamente por

la humedad ambiente. Los desecadores proporcionan protección pero será necesario tener cuidado de no comprometer dicha protección y limitar el tiempo de exposición durante el pesaje. Cuando los recipientes de vidrio se secan, pueden contener carga estática que puede interferir con el proceso de pesaje. Este fenómeno se ilustra en la Figura 4.4 con el análisis convencional de una dieta porcina. Los pesajes erróneos de cinco

Figura 4.3 - El efecto de los tres tratamientos de molido sobre una cantidad de aceite extraído a partir de soja. La soja se molió con un molino ciclónico antes de la extracción (Tratamiento 1); después del secado a 130 °C durante 1 hora y antes de la extracción (Tratamiento 2); y después del secado a 130°C, la extracción, el remolido y la segunda extracción (Tratamiento 3).

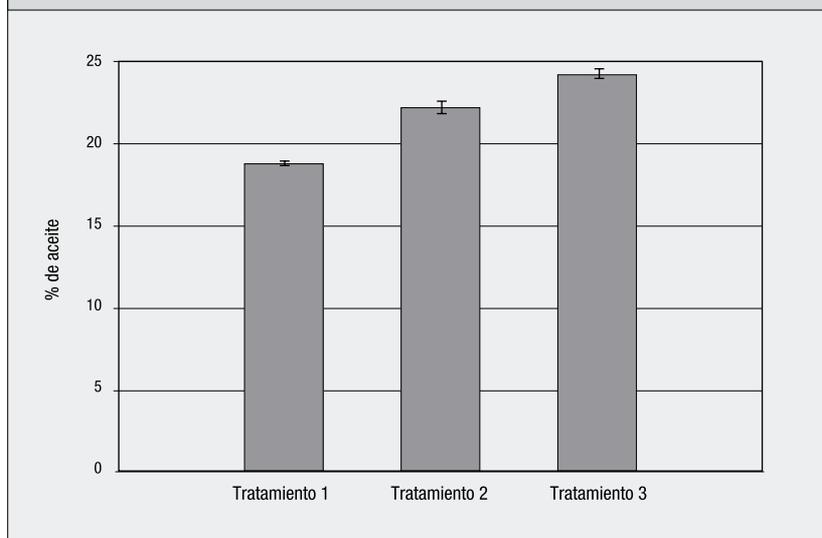
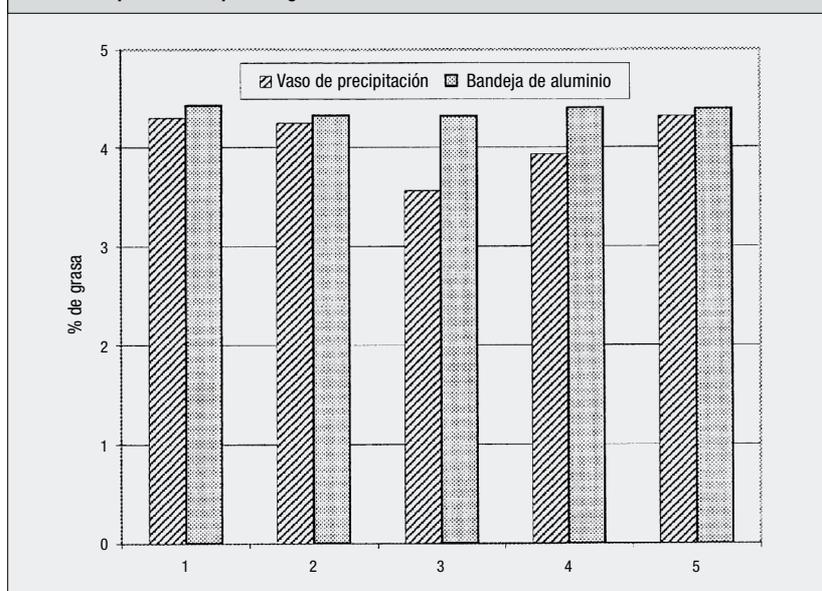


Figura 4.4 - Se analizó el efecto de la carga estática en los vasos de precipitación de vidrios en cinco muestras de una dieta porcina pesando la grasa en el vaso de precipitación y transfiriéndola a bandejas de aluminio para volver a pesar la grasa.



vasos de precipitación de vidrio conteniendo aceite residual de extracciones repetidas mejoraron significativamente eliminando la carga estática. Esto se logró transfiriendo la muestra de aceite a bandejas de aluminio y volviéndolas a

pesar. La desviación estándar (DE) del valor del aceite se redujo de 0,33 a 0,05. Este efecto también se puede controlar usando una fuente ionizante para disipar la carga estática en los vasos de precipitación de vidrio.

Figura 4.5 - Comparación de un análisis directo y un análisis indirecto de muestras conteniendo aceites insaturados (dieta porcina, maíz, avena, y soja) con muestras conteniendo mayormente grasa saturada (carne molida, salchichas, y papas fritas) (n = 2).

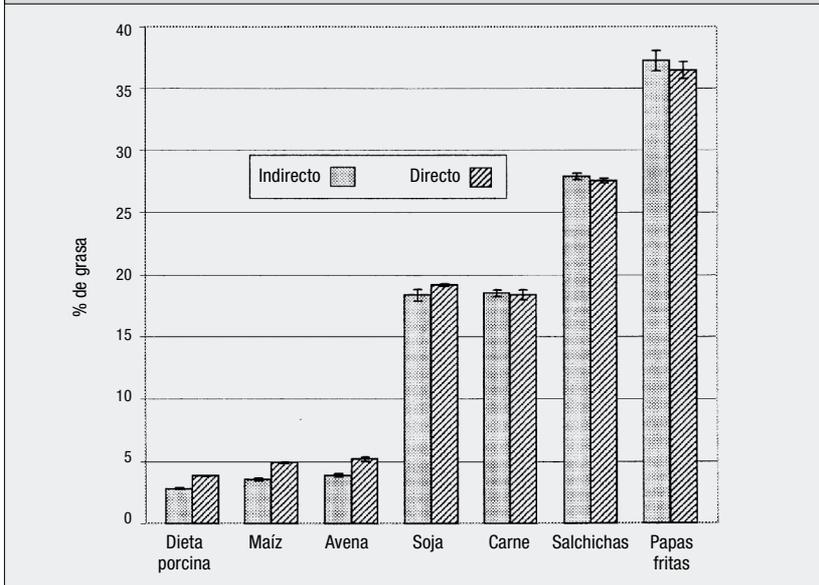
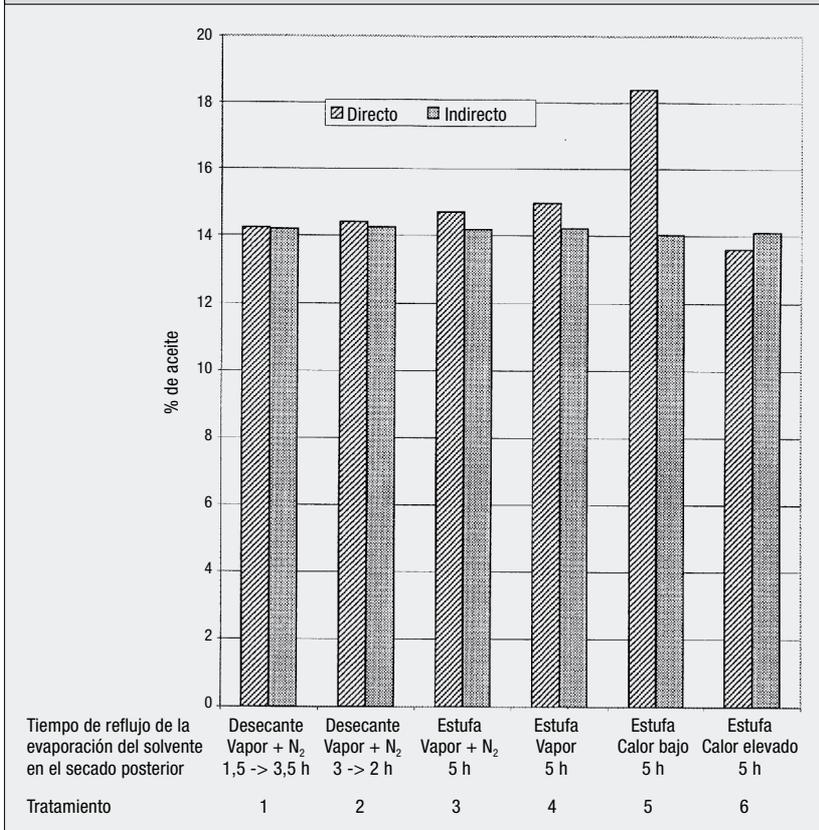


Figura 4.6 - El efecto de un incremento progresivo de las condiciones de oxidación sobre el peso del aceite recuperado de una muestra de maíz.

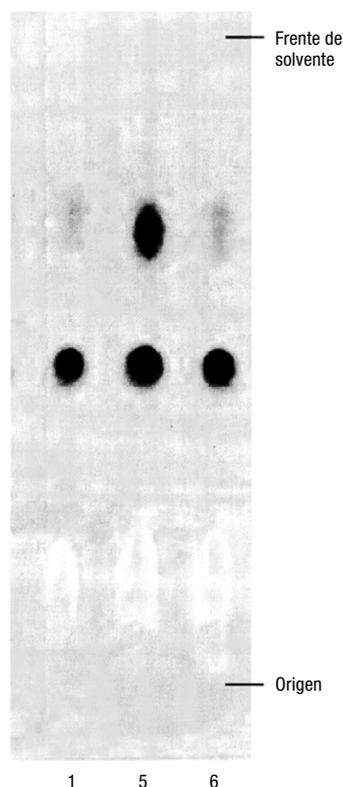


Oxidación. Durante una serie de experimentos usando el método convencional, se observó que para determinadas muestras, como salchichas, carne molida, y papas fritas, las mediciones de grasa directas (los pesos de la grasa recuperada) estaban en concordancia con las mediciones indirectas (pérdida de peso por la extracción) (Figura 4.5). Por el contrario, la Figura 4.5 muestra que las mediciones directas de la grasa/aceite fueron considerablemente más elevadas que las mediciones indirectas en la avena, el maíz, la soja y una dieta porcina. Las características distintivas de este grupo incluyen su origen vegetal y las mayores concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados en comparación con el grupo de las carnes y las papas fritas. Estudios similares que usaron maíz y avena también mostraron valores más elevados para el análisis directo que para el análisis indirecto cuando el solvente se evaporó en un soporte de Lab-conco. La oxidación incrementa el peso del aceite (16), aumentando por consiguiente la medición directa del aceite. La muestra extraída no está sujeta al mismo efecto, y no se espera distorsión en la medición indirecta por la oxidación.

En el experimento diseñado para investigar variables en el método que podrían mejorar o evitar la oxidación (Figura 4.6), las mediciones indirectas del contenido de aceite estaban en excelente concordancia en la totalidad de los seis tratamientos. Esto no se observó en la medición directa del aceite. Los cambios graduales en el aceite durante el tiempo en el que permanece disuelto en el solvente en ebullición durante el reflujó resultaron en incrementos leves pero no concluyentes del valor directo (Tratamientos 1-3). En el Tratamiento 5, el solvente se evaporó usando el soporte del equi-

po de Labconco, que posiciona al vaso de precipitación encima del calentador y permite que la temperatura del aceite aumente por encima de 100 °C. La medición directa del aceite produjo un valor que fue 4 % superior al del valor indirecto. En el Tratamiento 6, en donde el solvente se evaporó sobre la placa caliente del Labconco, el aceite fue sometido a temperaturas de 200 °C durante aproximadamente 1 minuto. Esto resultó en un valor directo que fue inferior al del valor indirecto. En el cromatograma de la CCF de los Tratamientos 1, 5 y 6 (Figura 4.7), el punto del triacilglicérido (R_f 0,45) fue el punto dominante para el Tratamiento 1 en donde el valor directo se correlacionó estrechamente con el valor indirecto.

Figura 4.7. Cromatograma de la CCF que muestra la separación de muestras de aceite con distintos tratamientos térmicos. La muestra 1 se analizó bajo las condiciones más leves; la muestra 5 se calentó en el soporte del equipo de Labconco y la muestra 6 se calentó directamente en la placa caliente. Los triacilglicéridos migraron a un R_f de 0,45 y los productos de la degradación de la presunta oxidación migraron a un R_f de 0,67. Las muestras se separaron en placas de CCF con gel de sílice G con cloruro de metileno.

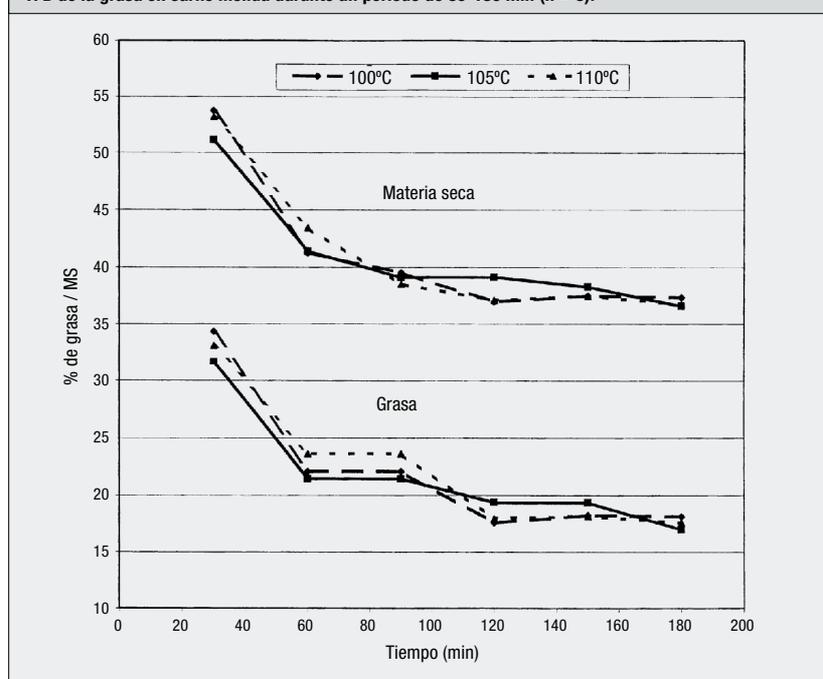


En el Tratamiento 5, con un incremento del peso del aceite, se desarrolló un punto grande (R_f 0,67) encima del punto del triacilglicérido (R_f 0,45). Solo se detectó una traza de dicho punto (R_f 0,67) en el Tratamiento 6 en donde el aceite recibió el tratamiento térmico más elevado y exhibió el menor peso. Presuntamente, se formaron hidroperóxidos en ambos Tratamientos 5 y 6; se observaron algunos productos de su descomposición (aldehídos y carbonilos) en el cromatograma del Tratamiento 5 pero estos estaban básicamente ausentes en el Tratamiento 6. Aunque los resultados de este experimento pueden representar un caso especial, respaldan la conclusión de que cuando las muestras fueron expuestas al aire a elevadas temperaturas, se produjo la formación de hidroperóxidos oxidativos. En el Tratamiento 5, los hidroperóxidos descompuestos no se volatilizaron, mientras que en el Tratamiento 6, los productos de la descomposición se volatilizaron (16) por las temperaturas más elevadas. Estos experimentos indican que será necesario tener cuidado de evitar la oxidación cuando se mide la fracción de aceite de manera directa, particularmente con muestras vegetales

conteniendo cantidades significativas de poliinsaturados.

Secado previo de la muestra. Durante el refinamiento del método TFB, se investigaron y optimizaron varios pasos críticos del protocolo. Se investigaron los requisitos para el secado previo de una variedad de tipos de muestra. Una muestra de carne molida proporciona un ejemplo (Figura 4.8) de la relación entre la eliminación de la humedad y el porcentaje de grasa. El porcentaje de materia seca se redujo durante los primeros 120 minutos y luego se niveló. El porcentaje de grasa siguió el mismo patrón, comenzando alto y nivelándose después de los 120 minutos. La humedad que no se eliminó en la estufa se eliminó durante la extracción y resultó en valores de grasa elevados. Las tres temperaturas de la estufa (100, 105, y 110 °C) produjeron resultados similares para la carne molida. El mismo experimento con una dieta equina de alta energía (Figura 4.9) indicó que los lípidos en esta dieta fueron sensibles a la temperatura y que el tiempo en estufa aumentó el efecto. La dieta equina, que se inició con una humedad menor al 10 %, alcanzó

Figura 4.8 - El efecto de la temperatura de secado previo sobre la materia seca (MS) y la medición con TFB de la grasa en carne molida durante un periodo de 30-180 min (n = 3).



una meseta en el porcentaje de grasa en 60 minutos y dicha meseta se mantuvo hasta los 150 minutos del secado previo a 100 y 105 °C. Cuando la dieta equina se calentó a 110 °C, se alcanzó una meseta en los valores de la grasa a los 30 minutos y declinaron exponencialmente des-

pués de 60 minutos. Las fuentes de grasas y aceites en la dieta equina fueron el salvado de arroz, semilla de lino y aceite vegetal. Estas son fuentes excelentes de ácidos grasos poliinsaturados, que son sensibles a la oxidación, particularmente en la presencia de minerales que podrían

actuar como catalizadores. La pérdida de peso se podría explicar por la formación de hidroperóxidos, su degradación y la subsiguiente volatilización de los productos finales resultantes. En las curvas de 100 y 105 °C, se observó una indicación de una depresión en los valores de la grasa después de 150 minutos. En la mayoría de las muestras, como en el maíz, la soja, y la dieta porcina, el porcentaje de grasa se estabilizó dentro de las 2-3 horas de secado previo a 100 °C (Figura 4.10). Siempre que la temperatura sea controlada con precisión a aproximadamente 100 ± 3 °C, el período entre las 2 y 3 horas es un paso relativamente robusto del procedimiento.

Figura 4.9 - El efecto del tiempo y la temperatura sobre el porcentaje de grasa en una dieta equina durante el secado previo en estufa (n = 3).

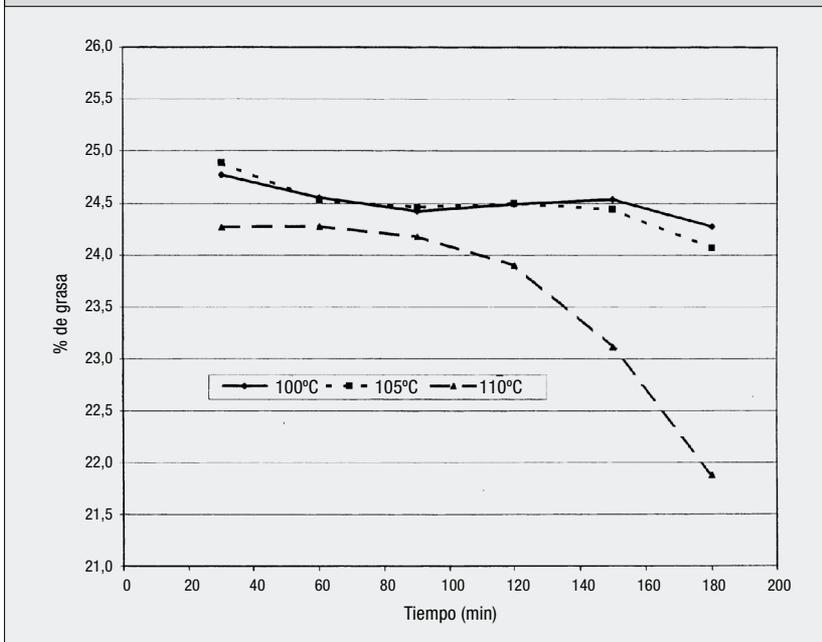
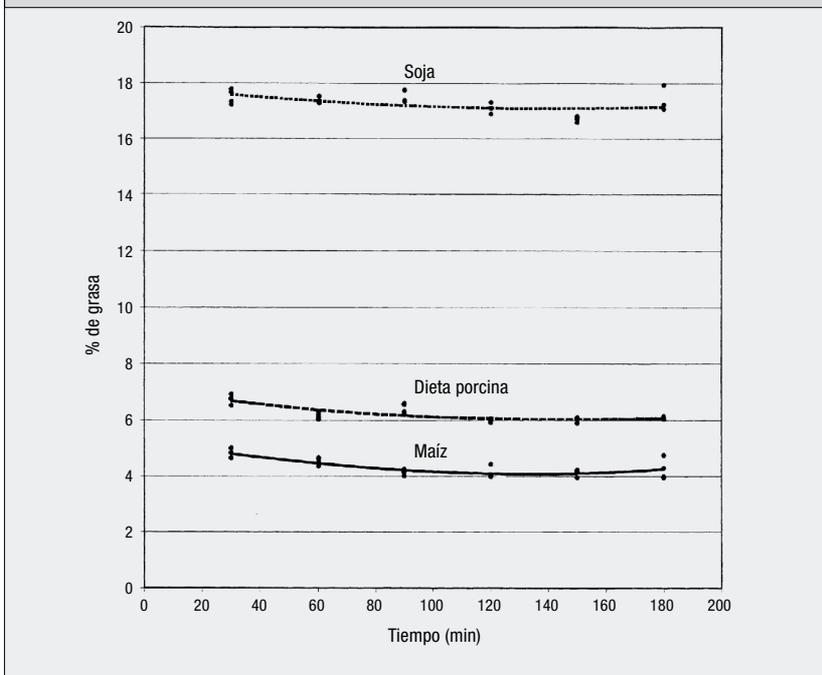


Figura 4.10 - El efecto del tiempo durante el secado previo a 100°C sobre el análisis con TFB del aceite/grasa en maíz, soja y una dieta porcina (n = 3).



Tasa de la extracción. La mayoría de las grasas y aceites en las muestras correctamente preparadas se extraen rápidamente de la matriz con el éter de petróleo. Estas son moléculas de grasa/aceite que están completamente expuestas y no obstaculizadas por la matriz de la muestra. Las grasas/aceites restantes son difíciles de extraer. Las temperaturas elevadas del solvente en el método TFB aceleraron la extracción de grasas/aceites y completaron su extracción en un tiempo de extracción de tan solo 15 minutos para algunas muestras (Tabla 4.1). Este estudio analizó el efecto de la temperatura y el tiempo de extracción. Se observaron tasas de extracción similares cuando el solvente se calentó a 90 y 95 °C. Cuando la temperatura se redujo a 85 °C hubo algunas indicaciones de que los valores del aceite estaban levemente deprimidos (aproximadamente 0,5 %) en la harina de soja para los períodos de extracción más cortos. Por lo general, las temperaturas de 90 °C son efectivas para la extracción rápida de grasas/aceites para la mayor parte de las muestras.

Secado posterior a la extracción. Los estudios que investigaron la extracción de humedad y solvente residual con secado posterior mostraron que sólo fue necesario un tiempo de secado corto. El estudio que comparó 10 muestras pesa-

Tabla 4.1 - El efecto del tiempo y la temperatura sobre la extracción de grasa/aceite a partir de carne, harina de soja, dieta equina y papas fritas con la tecnología de filtro bolsa en el XT20^a

Temperatura		Tiempo de extracción (min)					promedio	Tiempo de extracción (min)					promedio
		15	30	45	60	% Grasa/aceite		15	30	45	60	% Grasa/aceite	
	Carne												
85°C	promedio	18,3	17,3	17,7	18,4	17,9	promedio	1,5	1,6	2,0	1,8	1,7	
	DE	0,52	0,46	0,31	0,48	0,44	DE	0,14	0,40	0,26	0,14	0,24	
90°C	promedio	18,7	19,2	19,1	18,2	18,8	promedio	1,9	2,0	1,7	2,0	1,9	
	DE	0,74	0,34	0,26	0,19	0,38	DE	0,22	0,10	0,09	0,20	0,15	
95°C	promedio	18,0	18,9	18,9	18,5	18,6	promedio	2,1	2,3	2,3	2,2	2,2	
	DE	1,03	2,06	0,70	0,32	1,03	DE	0,17	0,16	0,19	0,27	0,20	
	promedio	18,3	18,5	18,6	18,4		promedio	1,8	2,0	2,0	2,0		
	DE	0,26	0,96	0,24	0,15		DE	0,04	0,16	0,09	0,07		
	Harina de soja												
	Dieta equina												
85°C	promedio	24,2	24,2	24,2	24,0	24,2	promedio	32,5	32,3	32,5	32,3	32,4	
	DE	0,08	0,15	0,13	0,10	0,12	DE	0,07	0,80	0,30	0,45	0,41	
90°C	promedio	24,42	24,4	24,2	24,3	24,3	promedio	33,2	32,7	32,8	33,0	32,9	
	DE	0,12	0,08	0,13	0,02	0,09	DE	0,80	0,44	0,66	1,23	0,78	
95°C	promedio	24,4	24,5	24,3	24,1	24,3	promedio	32,7	32,7	32,7	33,2	32,8	
	DE	0,06	0,02	0,08	0,06	0,06	DE	0,37	0,33	0,27	0,42	0,35	
	promedio	24,3	24,4	24,2	24,1		promedio	32,8	32,6	32,7	32,8		
	DE	0,03	0,07	0,03	0,04		DE	0,37	0,25	0,22	0,46		
	Papas fritas												

^a n= 4

das directamente después de la extracción y nuevamente después de 10 minutos en estufa indicó una pérdida de peso relativo de 0,7 % (DE 0,5). El peso no se modificó con el segundo tratamiento de 10 minutos en estufa, indicando que tan solo 10 minutos en una estufa a 100 °C fueron suficientes para numerosas muestras. En el segundo estudio en el cual las muestras se secaron por hasta 80 minutos, el período de secado más prolongado no modificó el valor de la grasa. Se seleccionó un tiempo de secado posterior de 30 minutos para garantizar un período de secado efectivo para todas las muestras.

Tamaño de la muestra para la TFB.

Para garantizar una representatividad adecuada de la muestra es necesario contar con un tamaño de la muestra suficientemente grande. En la Tabla 4.2, el estudio sobre el efecto del tamaño de la muestra de maíz y soja sobre la precisión del análisis con la TFB muestra que las muestras de 0,5 g no fueron más variables (DE 0,119) que las muestras de 1 g (DE 0,111). Los valores de la grasa de las muestras de 0,25 g fueron más variables (DE 0,278) con más del doble de la DE de las muestras de 1 o 0,5 g. No obs-

tante, el valor de la grasa era una estimación razonable del porcentaje de grasa de la muestra de 0,25 g. La variabilidad impartida sobre el análisis por el tamaño de la muestra se encuentra directamente relacionada con la homogeneidad de la muestra. En muestras comúnmente preparadas para el análisis de grasa/aceite, las muestras de 1 g presentan una alícuota representativa de las muestras.

Prueba de Youden para la robustez de la TFB. Ninguna de las variables de la TFB evaluadas con la prueba de robustez de Youden resultó en diferencias significativas entre el nivel bajo (lc) y

el nivel alto (Cap), con excepción de la soja (Tabla 4.3). Las variaciones en el tamaño de la muestra, el tiempo de secado previo, la temperatura de secado previo, el tiempo de extracción, la temperatura de extracción, el tiempo de secado posterior y la temperatura de secado posterior no tuvieron efecto sobre el análisis con la TFB. Se utilizó un amplio rango de tipos de muestras para analizar el efecto del método sobre las distintas matrices de muestra. Los análisis con la TFB de muestras de carne (vacuna, pollo y salchichas), alimentos (papas fritas), y forrajes (alimento para perros, forraje para ganado y alimentos para aves) no fueron sensibles a las variables estudia-

Tabla 4.2 -El efecto del tamaño de la muestra sobre la DE del análisis del aceite en maíz y soja con la tecnología del filtro bolsa^a

Muestra	1,00 g muestra		0,50 g muestra		0,25 g muestra	
	% Grasa	DE	% Grasa	DE	% Grasa	DE
Maíz-a	4,2	0,10	4,4	0,11	4,2	0,24
Maíz-b	3,5	0,10	4,0	0,04	3,5	0,19
Maíz-c	15,7	0,06	15,9	0,19	15,3	0,15
Maíz-d	3,7	0,08	4,2	0,11	3,7	0,14
Maíz-e	9,1	0,12	9,3	0,26	8,8	0,31
Maíz-f	6,3	0,13	6,5	0,13	6,3	0,31
Soja-a	20,1	0,20	20,1	0,08	20,6	0,38
Soja-b	21,7	0,00	21,8	0,08	22,0	0,56
Soja-c	23,6	0,12	23,5	0,06	23,8	0,22
Promedio	12,0	0,11	12,2	0,12	12,0	0,28

^a n= 3

das y probadas como muy robustas para estas muestras. Algunas de las variables tuvieron un efecto significativo sobre la soja. Hubo indicaciones de sensibilidad al tamaño de la muestra, el tiempo de extracción y la temperatura. Esto posiblemente se deba a la dificultad de alterar las estructuras rugosas en la matriz vegetal. Esto nuevamente enfatiza que el molido de las oleaginosas es un paso crítico para una determinación exacta del aceite. La automatización del proceso de extracción con el XT20 contribuyó a la

robustez del método eliminando el involucramiento de un técnico.

Comparación del método TFB con el método convencional. Se encontró que el método TFB en el estudio intralaboratorio fue exacto y preciso en comparación con el método convencional para el análisis de la grasa/aceite (Tabla 4.4). El análisis de regresión indicó un R^2 de 0,9996 entre el método TFB y el método convencional. El gráfico de la regresión

(Figura 4.11) ilustra la excelente correlación entre los dos métodos e indica que no hay sesgo entre ambos métodos. La línea de la regresión básicamente pasa por el origen con una pendiente de 1 ($Y = 1,001X - 0,046$). Teóricamente, no debería haber sesgo cuando ambos métodos utilizan el mismo solvente y las mismas condiciones de extracción (tiempo y temperatura) son suficientes para completar la extracción. La extracción es una función de las características del solvente y el soluto. Cada uno de los métodos

Tabla 4.3 - Evaluación de la robustez de la tecnología de filtro bolsa usando la prueba de robustez de Youden con siete variables a dos niveles^a

N°	Variables	Nivel 1		Nivel 2		Comparación general			
		lc	Cap	lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.
1	Tamaño de la muestra (g)	0,8-0,9	1,2-1,3	22,24	22,33	0,09			
2	Tiempo de secado previo (h)	2,5	3	22,30	22,27	-0,03			
3	Temperatura del secado previo (°C)	98	102	22,26	22,31	0,05			
4	Tiempo de extracción (min)	25	35	22,32	22,25	-0,07			
5	Temperatura de extracción (°C)	89	94	22,32	22,26	-0,06			
6	Tiempo de secado posterior (min)	25	35	22,28	22,30	0,02			
7	Temperatura del secado previo (°C)	98	102	22,32	22,26	-0,06			
Significativo al nivel de 5% dif. =									0,31

N°	Variables	Muslos de pollo, cocidos			Salchichas			Maíz		
		lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.
1	Tamaño de la muestra	34,01	34,03	0,02	45,61	45,71	0,10	14,31	14,20	-0,11
2	Tiempo de secado previo	33,99	34,04	0,05	45,69	45,63	-0,06	14,20	14,32	0,12
3	Temperatura de secado previo	34,05	33,99	-0,05	45,67	45,64	-0,03	14,30	14,21	-0,09
4	Tiempo de extracción	34,04	34,00	-0,04	45,60	45,71	0,11	14,31	14,20	-0,11
5	Temperatura de extracción	34,05	33,99	-0,06	45,64	45,67	0,03	14,25	14,26	0,01
6	Tiempo de secado posterior	4,02	34,02	0,00	45,66	45,65	-0,01	14,31	14,20	-0,11
7	Tiempo de secado previo	33,96	34,08	0,13	45,63	45,69	0,06	14,23	14,29	0,06
Significativo al nivel de 5% dif. =				0,16			0,42			0,27

N°	Variables	Soja ^b			Papas fritas			Forraje para ganado		
		lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.
1	Tamaño de la muestra	22,04	21,31	-0,73	36,44	36,45	0,01	3,31	3,24	-0,07
2	Tiempo de secado previo	21,58	21,77	0,18	36,46	36,43	-0,02	3,29	3,25	-0,04
3	Temperatura de secado previo	21,62	21,72	0,10	36,45	36,44	-0,01	3,31	3,23	-0,08
4	Tiempo de extracción	21,47	21,88	0,41	36,43	36,46	0,04	3,26	3,29	0,03
5	Temperatura de extracción	21,49	21,86	0,38	36,42	36,47	0,05	3,24	3,30	0,06
6	Tiempo de secado posterior	21,68	21,67	0,00	36,46	36,43	-0,04	3,23	3,32	0,09
7	Tiempo de secado previo	21,75	21,60	-0,15	36,43	36,46	0,04	3,25	3,30	0,05
Significativo al nivel de 5% dif. =				0,28			0,42			0,27

N°	Variables	Alimento para aves			Alimento para perros			Carne molida		
		lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.	lc	Cap	dif.
1	Tamaño de la muestra	4,34	4,40	0,06	3,96	4,00	0,03	36,99	36,85	-0,14
2	Tiempo de secado previo	4,40	4,34	-0,06	3,94	4,02	0,08	36,92	36,93	0,01
3	Temperatura de secado previo	4,36	4,38	0,02	4,00	3,96	-0,04	37,06	36,79	-0,27
4	Tiempo de extracción	4,34	4,39	0,05	3,94	4,02	0,07	36,88	36,97	0,09
5	Temperatura de extracción	4,38	4,35	-0,02	3,96	4,00	0,05	36,92	36,93	0,01
6	Tiempo de secado posterior	4,42	4,31	-0,12	3,96	4,00	0,04	36,94	36,91	-0,03
7	Tiempo de secado previo	4,30	4,43	0,12	3,92	4,04	0,11	36,85	36,99	0,14
Significativo al nivel de 5% dif. =				0,32			0,26			0,16

^a Efecto de lc, nivel bajo; Cap, nivel alto sobre el % de grasa

^b La soja no se precalentó antes del molido.

utiliza esta relación para separar el aceite/grasa de la muestra y medir las fracciones gravimétricamente.

Estudio multilaboratorios de la TFB.

Un resumen de los datos de un estudio multilaboratorios se presenta en la Tabla 4.5. El estudio fue una buena prueba de repetibilidad de la TFB debido a la repetición más amplia. El análisis de las cinco muestras se repitió 4 veces en 13 laboratorios. Se observó una DE combinada del $S_r = 0,28$, indicando una buena repetibilidad dentro de los laboratorios entre las cinco muestras.

La reproducibilidad entre laboratorios promedió $S_R = 0,60$. El estudio demostró que la TFB se puede repetir entre los laboratorios con buena precisión.

Los valores de la TFB estaban en buena concordancia con el método convencional para los cinco tipos de muestras. Los resultados también indican que la prueba de robustez de Youden fue un buen predictor de la reproducibilidad en laboratorio.

que no existe sesgo entre los métodos. Los resultados confirman que el método TFB fue capaz de generar datos exactos, con relación al método oficial de AOCS,

en una variedad de laboratorios independientes alrededor del mundo.

El método Am 2-93 de AOCS (equiva-

Tabla 4.4 - Evaluación de la precisión y exactitud relativa de la tecnología de filtro bolsa comparada con el método convencional^a

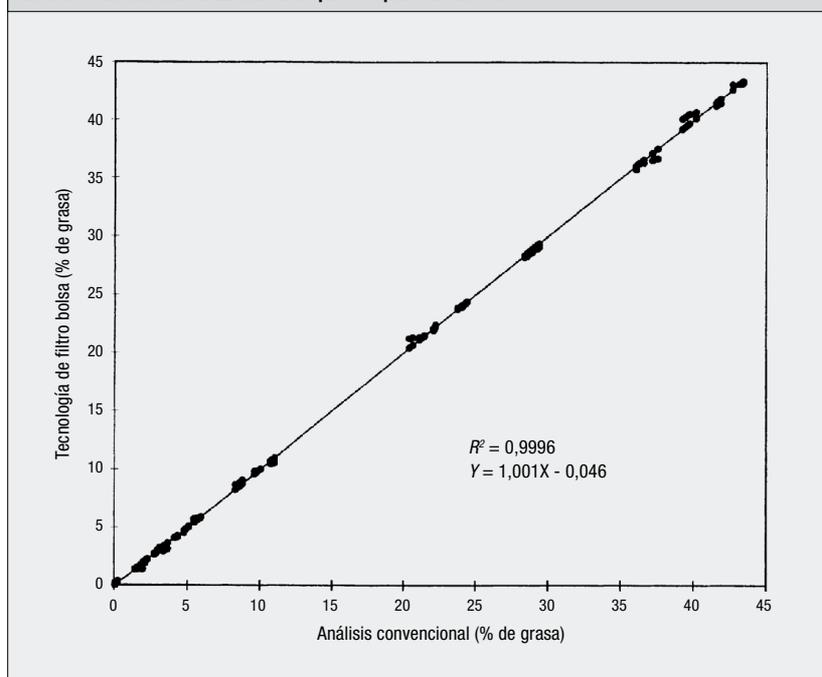
Muestra	Convencional		TFB	
	% Grasa/aceite	DE	% Grasa/aceite	DE
Cáscaras de arroz	0,3	0,07	0,2	0,08
Harina de soja	1,4	0,01	1,7	0,05
Dieta porcina inicial	1,8	0,05	1,9	0,11
Dieta de crecimiento p/aves	2,2	0,10	2,2	0,10
Forraje para ganado	2,7	0,10	2,8	0,08
Maíz	3,0	0,07	3,5	0,12
Pechuga de pollo	3,2	0,07	3,1	0,05
Pastelito de arándano	4,6	0,41	4,7	0,39
Harina de avena	5,9	0,08	5,7	0,21
Mezcla para brownies	8,8	0,07	8,5	0,15
Pavo	8,9	0,11	8,7	0,07
Harina de pescado	9,9	0,07	9,8	0,16
Jamón	10,6	0,03	10,9	0,11
Soja	21,3	0,08	21,0	0,44
Forraje para equinos	22,1	0,18	22,2	0,05
Chips de maíz	24,2	0,22	24,2	0,26
Carne molida	28,4	0,16	28,6	0,23
Muslos de pollo	29,1	0,09	29,2	0,13
Chorizo	36,4	0,35	36,7	0,62
Cártamo	40,4	0,22	39,5	0,20
Canola	41,4	0,07	41,7	0,12
Rulos de queso	43,3	0,06	43,2	0,29
Promedio	15,9	0,12	15,9	0,18

^a n= 5

Estudio colaborativo de la TFB.

La Tabla 4.6 presenta un resumen de los resultados colaborativos de la TFB para 28 muestras como 56 dobles ciegos. Los resultados indican que hubo una concordancia excelente entre los laboratorios que analizaron las muestras con la TFB. La reproducibilidad entre laboratorios fue $S_R = 0,43$ y la repetibilidad dentro de los laboratorios fue $S_r = 0,31$ (Tabla 4.7). En un análisis de regresión del promedio de los laboratorios certificados por AOCS que usaron los métodos AOCS Ba 3-38 y AOAC 920.39, los valores promedio para las 28 muestras de los laboratorios colaborativos no fueron significativamente distintos ($P < 0,001$). El gráfico de la regresión (Figura 4.12) ilustra la excelente correlación ($R^2 = 0,9990$) entre los laboratorios certificados por AOCS y los laboratorios colaborativos que usaron la TFB. La línea de la regresión pasa por el origen, indicando

Figura 4.11 - El análisis de regresión de la exactitud del análisis con TFB de grasa/aceite con relación al método convencional en 22 muestras que se repitieron cinco veces.



lente al método FOSFA) proporcionó valores que fueron más elevados que los valores de la TFB para la soja (1 %), el cártamo (2 %), y la canola (6 %). El Am 2-93 por lo general proporciona mayores valores para las oleaginosas que los otros métodos oficiales de la AOCS debido a las múltiples moliendas y extracciones que son parte del método. Aunque las temperaturas elevadas del método TFB aceleraron significativamente la cinética de la extracción, será necesario contar con más experimentación para determinar si los períodos de tiempo extendidos extraerán el aceite ligado a la matriz sin un molido adicional.

El estudio intralaboratorio y dos estudios colaborativos proporcionan un gran cuerpo de evidencia que respalda la exactitud y la precisión de la TFB con relación a los métodos oficiales. Estos estudios también muestran que la TFB se puede aplicar a una amplia variedad de muestras. Con el uso de una extracción de alta temperatura y filtros bolsa, este método es capaz de procesar rápidamente grandes cantidades de muestras.

• Agradecimientos

El avance en el establecimiento de méto-

dos analíticos nuevos y mejores requiere la cooperación y participación de organizaciones y químicos analíticos que contribuyen su tiempo y experticia para evaluar nuevos métodos prometedores. Queremos agradecer a los siguientes colaboradores por su participación en el estudio multilaboratorio y el estudio colaborativo de la TFB: Sue Lee, General Mills Analytical Laboratories, Golden Valley, MN; Paul Sirois, Cooperative Dairy One, Ithaca, NY; Ryan Gibb, Norwest Labs, Lethbridge, AB, Canada; Thomas Nielsen and Martin Lopez, National Beef Food Safety Center, Liberal, KS; Florent Cauquil and Marijana Drljepan, CARGILL srl, Division Cargill Animal Nutrition, European Regional Laboratory, Spessa, Italy; Steven Loerch and Pat Tirabasso, Department of Animal Sciences, Beef and Sheep Nutrition, The Ohio State University, Wooster, Ohio; Harold Thiessen and Patricia Verrier, Agricultural Research and Development Center Central Testing Laboratories Ltd., Winnipeg, MB, Canada; Dutt Vinjamoori and Sylvia Nadeau, Crop Analytics and Analytical Sciences, Monsanto Co., St. Louis, MO; Steve Price and Robert Elliott, Pelican Scientific Ltd., Chester, UK; Mark Van Mulders and Leen Van Raemdonck, Puratos N.V., Quality Control Department,

Bijgaarden, Belgium; Donna Tait, Moy Park Laboratories, Craigavon, Northern Ireland; Bruce George, Angel Bennier, Mike Anson, and Andrew Ormond, Tyson Foods/IBP, Dakota City, NE and Waterloo, IA; Linda Wesolowski and Teri Crockett, Agribands Purina Canada, Strathroy, ON, Canada; Bruce George and Andrew Ormond, Don McPhail, and Doug Beswick, Shur-gain, St. Mary's, ON, Canada.

• Referencias

1. Firestone, D., ed. (1997) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5th edn., AOCS Press, Champaign, IL.
2. Cunniff, P., ed. (1997) Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edn., AOAC International, Gaithersburg, MD.
3. International Organization for Standardization (1988) Oilseeds—Determination of Hexane Extract (or Light Petroleum Extract), called "Oil Content," ISO, Standard No. 659, Geneva.
4. DGF (1998) Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
5. FOSFA International (1998) Technical Manual, Method: Determination of Oil Content in Oilseeds—Solvent Extract (Reference Method).
6. Matthaus, B., and L. Bruhl (2001) Comparison of Different Methods for the Determination of the Oil Content in Oilseeds, J. Am. Oil Chem. Soc. 78: 95-102.

Tabla 4.5 - Comparación del método convencional con la tecnología de filtro bolsa realizada en 13 laboratorios colaborativos sobre 5 muestras

Método del filtro bolsa	Carne molida		Virutas de queso		Soja		Maíz entero		Forraje para equinos	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Laboratorio N°										
1	22,7	0,19	41,4	0,25	20,7	0,12	3,2	0,11	21,7	0,20
2	22,4	0,20	41,4	0,18	21,0	0,19	3,3	0,16	21,7	0,16
3	21,4	0,60	40,3	0,55	20,8	0,56	3,2	0,03	21,8	0,08
4	23,0	0,16	41,7	0,17	21,3	0,33	3,7	0,27	21,9	0,13
5	22,1	0,25	41,0	0,44	19,6	0,43	3,0	0,69	21,1	0,36
6	21,8	0,25	39,4	0,54	20,8	0,15	3,1	0,11	21,3	0,10
7	22,8	0,24	41,6	0,46	21,1	0,13	3,3	0,10	22,1	0,08
8	22,4	0,45	41,6	0,25	21,0	0,46	3,1	0,38	21,7	0,12
9	22,7	0,25	41,5	0,09	22,0	0,07	3,7	0,15	22,3	0,16
10	22,8	0,04	42,0	0,17	20,5	0,24	3,1	0,19	21,4	0,32
11	22,5	0,23	41,1	0,20	20,0	0,36	3,3	0,15	22,1	0,25
12	21,9	0,53	40,4	0,27	20,9	0,35	2,3	0,18	21,8	0,17
13	22,7	0,16	41,9	0,18	21,8	0,17	4,2	0,22	22,3	0,16
S_r		0,31		0,32		0,31		0,27		0,20
S_R		0,56		0,80		0,72		0,50		0,41
Promedio	22,4		41,2		20,9		3,3		21,8	
Promedio del método convencional	23,0	0,28	40,5	1,00	20,7	0,08	3,4	0,07	22,2	0,47

^a n = 5, r, valor de la repetibilidad; R, valor de la reproducibilidad; S_r , repetibilidad de la DE; S_R , reproducibilidad de la DE

7. Labconco (1990) Goldfish Fat Extraction Apparatus, Model No. 35001, Labconco Corporation, Kansas City, KS.
8. Randall, E.L. (1974) Improved Method for Fat and Oil Analysis by a New Process of Extraction, JAOAC 57: 1165-1168.
9. ANKOM Methods (2001) Method for Crude Fat Determinations, ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY.
10. Dionex (2003) ASE Extraction System, Dionex Corporation, Sunnyvale, CA.
11. AOCS Official Method Am 3-96 (1997) Oil in Oilseeds: Supercritical Fluid Extraction Method, in Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5th

Tabla 4.6 - Resultados de un estudio colaborativo internacional de la reproducibilidad de la tecnología de filtro bolsa con 28 muestras analizadas como dobles ciegos

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Nº Lab	Rep.	(% Grasa/Aceite)													
1	1	5,4	8,6	21,1	38,4	1,6	3,0	3,2	3,0	5,8	2,2	6,4	22,6	1,9	19,5
	2	5,7	8,7	20,9	38,4	1,7	3,1	3,3	3,1	5,7	2,1	6,2	22,8	1,7	19,6
2	1	5,9	8,8	21,4	40,2	2,0	3,6	3,7	3,5	6,0	3,5	7,0	22,8	2,3	20,4
	2	7,2	9,2	21,9	39,9	2,1	4,5	4,6	3,5	6,4	2,7	6,5	23,2	2,9	19,5
3	1	5,7	8,5	20,6	39,3	1,4	3,5	3,3	3,2	5,8	2,3	6,2	21,9	2,2	20,3
	2	5,9	8,6	20,8	39,3	1,5	3,8	3,1	3,3	5,2	2,0	6,5	21,9	1,9	19,9
4	1	5,6	9,0	21,0	39,2	1,4	3,0	3,5	3,3	5,9	2,4	6,0	22,6	1,9	19,7
	2	5,8	8,6	20,9	38,7	1,6	3,3	3,2	3,0	5,6	1,9	6,2	22,7	1,8	20,1
5	1	6,3	8,9	21,0	38,9	1,9	3,6	3,4	3,3	5,4	2,4	6,0	22,7	2,6	18,5
	2	6,2	8,9	20,1	38,3	1,5	3,6	3,3	3,1	5,6	2,7	5,8	22,5	2,1	19,4
6	1	4,8	8,3	20,2	39,0	1,2	2,9	2,9	2,8	5,2	1,9	6,1	22,4	2,2	19,8
	2	5,7	8,5	20,1	39,1	1,2	3,0	3,3	3,2	5,4	1,8	6,1	22,7	2,2	19,4
7	1	5,2	8,7	21,0	39,9	1,7	3,1	3,0	3,2	5,6	2,0	6,2	22,9	2,3	20,2
	2	5,3	8,5	20,7	39,7	1,5	3,2	3,1	3,2	5,6	2,2	6,2	22,7	2,3	19,9
8	1	5,1	9,0	20,3	38,5	1,5	3,1	2,5	3,1	3,5	1,5	5,7	23,3	2,9	20,5
	2	5,1	8,6	14,2	25,6	1,8	3,2	2,7	3,6	5,4	2,9	6,6	22,7	2,9	19,7
9	1	6,2	9,2	21,7	42,8	1,7	3,1	3,5	3,2	5,9	2,9	6,3	22,6	2,2	20,6
	2	5,5	9,0	21,3	42,9	1,8	3,2	3,5	3,3	5,7	3,1	6,3	22,9	2,2	20,1
10	1	5,6	8,6	20,6	38,5	1,3	2,9	3,8	6,0	5,6	2,2	6,1	22,6	2,1	20,2
	2	5,4	9,0	20,7	37,9	1,6	3,1	3,3	3,4	5,7	2,3	6,4	22,6	2,1	20,1
11	1	6,4	8,9	21,4	41,1	1,8	3,3	3,2	3,0	5,5	3,0	6,6	22,6	2,5	19,8
	2	6,4	9,3	22,2	40,5	1,7	3,1	3,1	3,1	5,5	2,8	6,3	22,9	2,5	20,7
12	1	6,2	8,3	20,5	38,3	1,9	3,2	8,3	4,6	5,2	2,1	6,3	22,7	2,7	20,3
	2	6,1	8,2	19,6	38,3	2,1	4,3	3,7	3,0	5,5	4,8	6,9	22,6	1,8	20,0

Rep.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	
1	1	6,5	23,6	2,9	11,0	23,7	2,9	19,2	22,9	31,6	40,3	25,3	2,9	31,0	2,4
	2	6,6	23,8	3,0	10,2	24,1	2,4	18,9	21,9	32,1	39,5	25,6	3,2	31,7	2,0
2	1	7,5	24,0	3,6	12,2	24,0	3,2	20,3	22,6	31,4	40,1	26,2	3,6	30,9	2,8
	2	6,4	23,5	3,3	11,3	23,9	2,9	19,9	22,5	31,5	40,8	25,5	4,0	31,0	3,0
3	1	6,8	24,1	3,5	11,4	24,4	3,2	19,4	20,9	31,9	39,3	26,8	4,0	31,3	2,5
	2	6,8	23,8	3,1	11,8	23,7	3,0	20,0	21,8	32,2	38,5	25,9	3,0	31,2	2,4
4	1	6,5	23,6	3,1	11,4	23,9	2,1	19,0	21,3	32,2	39,4	25,6	3,5	30,6	1,8
	2	6,7	24,0	2,9	11,4	23,8	2,7	18,8	21,8	31,0	39,1	25,6	3,4	30,2	2,2
5	1	6,7	23,2	3,1	10,9	23,1	2,5	18,5	22,3	31,9	38,5	25,3	3,1	29,4	2,0
	2	6,6	23,3	2,8	10,8	23,5	3,0	19,2	21,8	31,4	38,7	24,5	3,4	29,2	2,4
6	1	6,9	23,5	3,2	11,6	23,6	2,6	19,1	22,9	30,6	39,1	25,3	2,8	29,6	1,8
	2	6,2	23,3	2,9	11,3	23,6	2,6	18,5	23,2	28,0	38,7	25,0	3,3	30,3	1,6
7	1	6,8	23,8	3,3	11,5	23,5	3,1	19,6	16,5	31,7	39,3	26,4	3,6	30,7	2,2
	2	6,8	23,8	3,2	11,5	23,4	3,0	19,5	10,6	32,1	39,7	26,2	3,6	30,9	2,3
8	1	7,2	24,1	2,3	11,6	23,9	3,3	20,0	18,0	31,9	39,6	25,8	3,3	30,1	2,3
	2	6,8	23,5	2,8	1,4	24,1	2,3	3,5	22,6	33,4	39,3	25,6	2,8	29,8	3,0
9	1	6,8	24,0	3,3	11,2	23,9	2,9	20,2	22,7	32,0	40,1	25,7	3,8	30,9	3,1
	2	6,9	23,9	3,4	11,7	23,4	2,8	20,6	24,1	32,6	40,0	25,7	4,1	30,0	3,3
10	1	6,9	24,1	3,2	11,6	23,9	3,0	19,3	23,4	32,8	39,8	25,7	3,7	31,3	1,9
	2	6,1	23,9	3,2	11,8	24,2	2,5	18,8	23,1	32,3	39,9	26,3	3,0	30,8	1,6
11	1	6,9	24,0	3,4	11,8	24,4	3,1	20,2	23,5	32,2	39,9	26,3	3,9	30,9	2,6
	2	6,9	23,7	3,1	12,2	24,4	2,9	19,6	22,4	32,3	39,4	26,0	3,3	30,8	2,6
12	1	6,7	23,9	4,0	11,9	20,2	4,6	19,6	22,4	32,0	39,9	29,4	3,0	31,4	1,8
	2	7,3	23,7	3,6	11,5	24,0	3,0	18,5	1,7	31,8	39,6	26,3	3,9	29,7	1,5

^a Identidad de la muestra: A, harina de avena; B, mezcla para brownies; C, soja A; D, canola; E, harina de soja; F, maíz A; G, dieta inicial de aves; H, forraje para ganado; I, dieta porcina inicial; J, alfalfa; K, alimentos para gatos; L, galletitas; M, cereal para desayuno; N, chips de maíz; a, alimento para perros; b, galletitas de agua; c, pavo; d, jamón; e, carne molida; f, pechuga de pollo; g, soja B; h, cártamo; i, papas fritas; j, salchicha; k, chorizo; l, maíz B; m, virtudes de queso; n, forraje de maíz

- edn., (Firestone, D., ed.) AOCS Press, Champaign, IL.
12. Anachemia Chemicals (1996) 96/97 Catalog, Rouses Point, NY, Petroleum Ether, Reagent AC-7106.
 13. AOCS Official Method Ac 3-44 (1997) Oil, in Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5th edn., (Firestone, D., ed.) AOCS Press, Champaign, IL.
 14. Komarek, R.J., Jensen, R.G., and Pickett, B.W. (1964) Quantitative Gravimetric Analysis of Bovine Semen Lipids by Thin-Layer Chromatography, *J. Lipid Res.* 5: 268-270.
 15. Youden, W.J., and Steiner, E.H. (1997) Statistical Manual of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC International, Gaithersburg, MD.
 16. Frankel, E.N. (1998) Lipid Oxidation, The Oily Press, Dundee, UK ■

Figura 4.12 - El análisis de regresión de la exactitud del análisis de la grasa/aceite en 28 muestras presentadas como 56 dobles ciegos a un grupo internacional de laboratorios colaborativos utilizando el protocolo TFB con relación a los métodos oficiales.

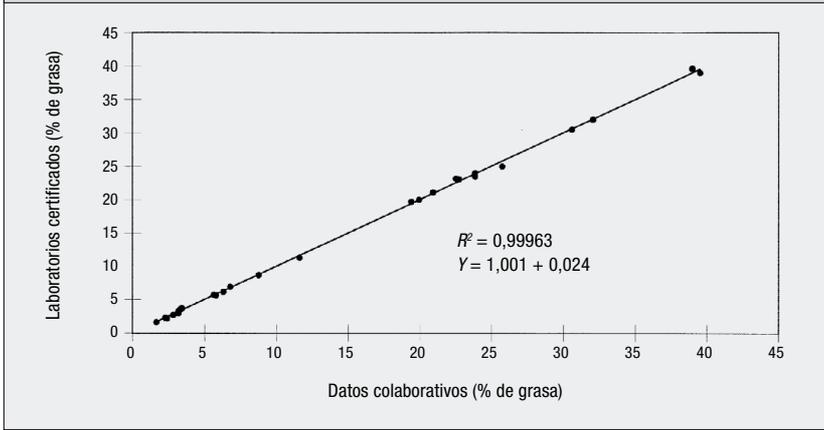


Tabla 4.7 - Un resumen del análisis estadístico del estudio colaborativo internacional de la tecnología de filtro bolsa para el método oficial de AOCS propuesto: "Determinación rápida del aceite/grasa cruda utilizando extracción por solvente de alta temperatura".^a

Identidad de la muestra ^b	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cantidad de laboratorios	12	12	11	9	12	12	11	10	11	11	12	11	12	12
Cantidad de réplicas	24	24	22	18	24	24	22	20	22	22	24	22	24	24
% aceite/grasa														
Promedio colaborativos	5,8	8,7	20,9	39,0	1,6	3,3	3,3	3,2	5,6	2,4	6,3	22,7	2,3	19,9
Laboratorios certificados promedio ^c	5,7	8,7	21,1	39,7	1,6	3,6	3,5	3,0	5,5	2,2	6,2	23,1	2,3	20,0
AOCS Am 2-93 promedio para oleaginosas			21,9	44,8		3,6								
Repetibilidad														
S _r ^d	0,36	0,20	0,35	0,23	0,14	0,31	0,24	0,18	0,20	0,39	0,27	0,20	0,26	0,39
RSD _r	6,2	2,3	1,7	0,6	8,5	9,5	7,3	5,6	3,6	16,1	4,2	0,9	11,4	2,0
r	0,99	0,56	0,98	0,65	0,39	0,88	0,68	0,51	0,56	1,08	0,75	0,56	0,72	1,09
Reproducibilidad														
S _R	0,54	0,31	0,63	0,68	0,27	0,42	0,42	0,20	0,28	0,50	0,30	0,20	0,36	0,48
RSD _R	9,4	3,5	3,0	1,7	16,3	12,7	12,6	6,1	5,0	20,7	4,7	0,9	15,7	2,4
R	1,52	0,86	1,76	1,90	0,75	1,18	1,16	0,55	0,78	1,39	0,83	0,56	1,00	1,35
Identidad de la muestra														
Cantidad de laboratorios	12	10	12	9	11	11	11	9	11	12	11	12	12	12
Cantidad de réplicas	24	20	24	18	22	22	22	18	22	24	22	24	24	24
% aceite/grasa														
Promedio colaborativos	6,8	23,8	3,2	11,6	23,8	2,8	19,4	22,5	32,0	39,5	25,7	3,4	30,6	2,3
Laboratorios certificados promedio ^c	6,9	24,0	3,2	11,3	23,5	2,7	19,7	23,2	32,0	39,0	25,0	3,7	30,5	2,3
AOCS Am 2-93 promedio para oleaginosas							20,8	24,7						
Repetibilidad														
S _r ^d	0,35	0,23	0,21	0,30	0,24	0,33	0,38	0,53	0,48	0,35	0,34	0,39	0,48	0,23
RSD _r	5,23	0,96	6,57	2,59	1,01	11,89	1,97	2,36	1,49	0,89	1,33	11,48	1,59	9,87
r	0,99	0,64	0,58	0,84	0,67	0,94	1,07	1,49	1,34	0,98	0,96	1,10	1,36	0,63
Reproducibilidad														
S _R	0,35	0,23	0,34	0,30	0,36	0,33	0,62	0,83	0,52	0,59	0,51	0,41	0,69	0,51
RSD _R	5,23	0,96	10,84	2,59	1,49	11,89	3,19	3,69	1,61	1,49	1,98	11,93	2,27	22,45
R	0,99	0,64	0,96	0,84	0,99	0,94	1,73	2,33	1,45	1,65	1,43	1,14	1,94	1,44

^a En el resumen se encuentra incluida una comparación de la tecnología de filtro bolsa con los resultados de los análisis de los laboratorios certificados por AOCS usando métodos oficiales de AOCS o AOAC.
^b Ver Tabla 4.6 para la identificación de la muestra.
^c Método Oficial de AOCS Ba 3-38, AOAC 920.39 o equivalente
^d r, valor de la repetibilidad; R, valor de la reproducibilidad; S_R, reproducibilidad de la DE; RSD_R, reproducibilidad de la DE relativa

- Construcciones y montajes industriales, livianos y pesados
- Mantenimiento de equipos electromecánicos industriales
- Expedición, control de materiales, estibas y carga de caños y flejes
- Construcción y mantenimiento de estructuras metálicas y techos
- Montaje y reparación de cintas transportadoras y norias
- Estiba y desestiba en exportaciones marítimas y fluviales
- Reparaciones integrales de puentes grúa de hasta 275tn
- Construcción y mantenimiento de vías férreas
- Montajes eléctricos
- Construcción y montaje piping
- Topografía mecánica y civil
- Instrumentación y control



Calle 3 N° 1155 | Parque industrial Comirsa | Bs. As. | Argentina
Tel. 0336-4461917 / 4438655 | loberaz@loberaz.com.ar | www.loberaz.com.ar



VENTILAR S.A.

VENTILACION INDUSTRIAL - INGENIERIA DE PROYECTO - MONTAJES

El valor de la confianza

Brindando servicios desde 1982, las empresas mas importantes del país han confiado en nuestra capacidad de trabajo y la idoneidad de nuestro grupo humano, para asesorar y ejecutar los mas variados sistemas de aspiración y filtrado de contaminantes:

- ASPIRACION Y FILTRADO DE POLVOS
- ASPIRACION DE VAHOS
- TRANSPORTES NEUMATICOS
- ASPIRACION EN PLATAFORMAS VOLCADORAS / NORIAS / PRELIMPIEZA
- ADECUACION DE PLANTAS DE ACOPIO DE ACUERDO A NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES DE SEGURIDAD E HIGIENE

VENTILAR S.A.: JUAN JOSE PASO 7180 - 2000 ROSARIO - REPUBLICA ARGENTINA
TEL./FAX: (054-0341) 4586212/13/14 - E-mail: ventilarsa@ventilarsa.com.ar - www.ventilarsa.com.ar

35
AÑOS
— EN EL —
MERCADO



INAGRO

La solución para los residuos de la Industria Aceitera.



CUIDAMOS EL MEDIO AMBIENTE.

Nos dedicamos al retiro, tratamiento y gestión ambiental sustentable de todo tipo de residuo industrial de origen vegetal.

www.inagro.com.ar



CONTACTATE CON NOSOTROS

BOLSA DE CEREALES BUENOS AIRES

Corrientes 127 - Of. 401/402 (C1043AAB)
C.A.B.A. - Buenos Aires, Argentina
Tel/Fax: +54 11 43113089
comercial@inagro.com.ar

CAMPANA BUENOS AIRES

Camino al Morejón 40 (2804)
Campana - Buenos Aires, Argentina
Tel/Fax: +54 3489 461455
campana@inagro.com.ar

PARQUE INDUSTRIAL ALVEAR ROSARIO

Ruta 21 - Km. 286 (2126)
Alvear - Santa Fe, Argentina
Tel/Fax: +54 341 4922104 / 4923104
administracion@inagro.com.ar

Desafíos y oportunidades para el reemplazo del EDTA en la industria alimenticia



AUTOR: LAN BAN
E-mail: Lan.Ban@Kemin.com

Material extraído de la edición de julio/agosto de 2018, Vol. 29 (7) de INFORM y publicado bajo la expresa autorización de sus editores.

Resumen / Abstract

Los agentes quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) que secuestran los iones metálicos son ampliamente utilizados en la industria alimenticia para ayudar a conservar la frescura. El EDTA es un ingrediente muy efectivo, y en numerosos casos, el único conservante necesario para mantener los atributos de calidad de alimentos y bebidas. Es económico y ejerce poco o ningún impacto sensorial negativo sobre los alimentos. Sin embargo, su origen sintético y su naturaleza no biodegradable lo han colocado en numerosas listas de fabricantes como un ingrediente para reemplazar. Hasta la fecha, no se ha identificado un reemplazo individual, de “etiqueta limpia” para el EDTA que pueda proporcionar el mismo desempeño, especialmente para los alimentos ácidos y las bebidas. Se diseñaron y desarrollaron numerosos quelantes altamente efectivos para otros sectores industriales [1]. No obstante, la mayoría continúan originándose a partir de rutas sintéticas y resulta difícil alcanzar el convencimiento que dichos ingredientes alimenticios son amigables para los consumidores.

Chelating agents such as ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) sequester metal ions are widely used in the food industry to help preserve freshness. EDTA is a very effective ingredient, and in many cases, the only preservative needed for maintaining the quality attributes of foods and beverages. It is cost effective and has little to no negative sensory impact on foods. However, its synthetic origin and non-biodegradable nature have put it on many manufacturers' list of ingredients to replace. To date, there has not been a one-to-one, clean label EDTA replacement identified that can provide equal performance, especially in acidic foods and beverages. Many highly effective chelators were designed and developed for other industry sectors [1]. However, most are still from synthetic routes, which make it difficult to convince consumers that these are consumer-friendly food ingredients.

Palabras claves / Key words

Agentes quelantes; ácido etilendiaminotetraacético (EDTA); calidad de alimentos; etiqueta limpia.

Chelating agents; ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA); food quality; clean label.

Múltiples grupos de investigación propusieron mecanismos de acción del EDTA que desaceleran la oxidación lipídica. En primer lugar, se reconoce que el EDTA se enlaza fuertemente con los iones metálicos pesados incluyendo el Fe (II) y el Cu (I), que actúan como catalizadores para acelerar la oxidación

lipídica. En segundo lugar, el pH tiene menor impacto sobre las capacidades quelantes del EDTA. La constante de enlace continúa siendo elevada incluso al pH de la mayoría de los alimentos ácidos y las bebidas (pH 3-5). Por el contrario, a este rango de pH, gran cantidad de ácidos orgánicos perderían

sus capacidades quelantes. Por ejemplo, se sabe que el ácido fítico y el ácido cítrico son quelantes y antioxidantes conocidos presentes en las grasas y los aceites. Sin embargo, en los alimentos ácidos, pierden electronegatividad en sus grupos carboxílicos o fosfatos, resultando en capacidades quelantes

decrecientes y funciones antioxidantes perdidas. Nielsen y sus colegas analizaron varias dosificaciones de ácido fólico en una bebida láctea y en mayonesa, y no se observaron mejoras en la estabilidad oxidativa [2]. El efecto del pH podría ser pasado por alto cuando se realiza un ensayo de quelación *in vitro* para detectar agentes quelantes, o cuando se analizan quelantes desarrollados a partir de estudios biológicos en sistemas de alimentos ácidos. En tercer lugar, la capacidad del EDTA para reubicar los iones metálicos lejos de los “puntos calientes” de la oxidación (fase lipídica o superficie interfacial) posiblemente también tenga un papel en la desaceleración del inicio de la oxidación, al menos en emulsiones alimenticias, como lo muestra un estudio realizado por Cho y colegas [3]. Por último, la capacidad del EDTA para reducir el potencial redox del Fe(II)/Fe(III) podría tener un papel clave en su excelente potencial antioxidante. La propiedad redox de los pares iónicos, cuando se combinan con

el EDTA, es marcadamente diferente de su estado libre debido a las diferencias en los órdenes de magnitud de las constantes de enlace entre el EDTA-Fe (II) y el EDTA-Fe (III) [4]. El cambio en el potencial redox del Fe(II)/Fe(III) no permite que el ión metálico pueda participar activamente en el inicio de la oxidación lipídica. Esto demuestra que aunque un quelante se enlaza fuertemente con los iones metálicos, esto no necesariamente reducirá la oxidación lipídica, si el potencial redox no se puede ajustar para reducir la actividad catalítica de los iones metálicos.

Mientras que continúan los esfuerzos por identificar un quelante efectivo y con “etiqueta limpia” que pueda proporcionar las numerosas funciones del EDTA, serán necesarias estrategias alternativas para desarrollar ingredientes ambientalmente amigables para reemplazar las funciones individuales presentes en el EDTA. Un estudio interno utilizó un abordaje combinatorio

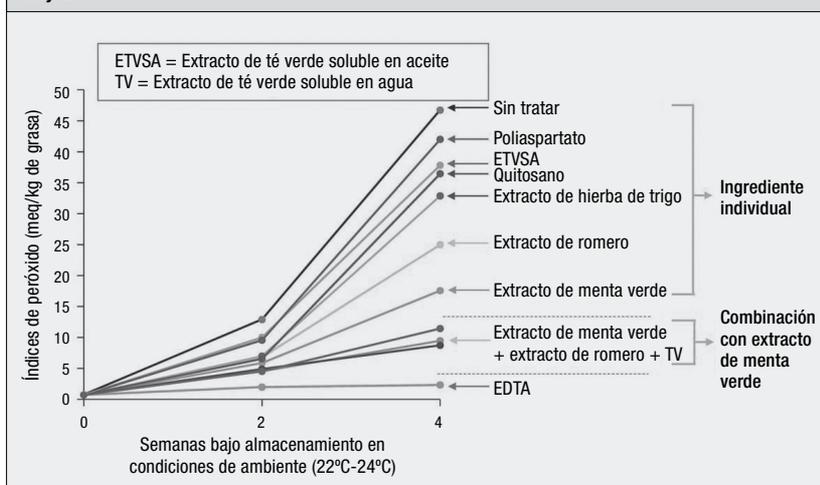
para evaluar ingredientes con distintos mecanismos antioxidantes y polaridades, como también sus interacciones. Esto finalmente resultó en una mezcla de tres extractos vegetales naturales para mejorar las estabilidades oxidativas de la mayonesa y el aderezo.

Como se estableció previamente, un ensayo *in vitro* podría producir falsos positivos porque no puede tener en cuenta el efecto de la matriz (por ejemplo, las interacciones del pH y el ingrediente en un sistema alimenticio). Se diseñó un estudio en donde se utilizó mayonesa, una emulsión alimenticia ácida típica (pH inferior a 4,3) como sistema modelo para el desarrollo de una solución alternativa para el EDTA. El índice de peróxido fue monitoreado durante un período de almacenamiento de 4 semanas a temperatura ambiente (22-24 °C) con exposición a luz solar para imitar un escenario típico de venta minorista. Se observó que el índice de peróxido de estudios internos previos fue uno de los mejores marcadores químicos que se correlaciona con la etapa de deterioro oxidativo de la mayonesa. Durante la primera etapa del estudio, se trataron varios ingredientes individualmente, agentes quelantes y extractos vegetales conocidos, en la mayonesa. La dosis de extracto vegetal se ajustó al umbral sensorial determinado por paneles sensoriales informales de consumidores. Entre los seis ingredientes, se observó que el extracto acuoso de menta verde fue el más efectivo (Figura 1). Se seleccionó la variedad específica de la planta de menta verde, mediante procesos de reproducción natural, para minimizar la producción de aceite de menta verde mientras también se producía una mayor cantidad de compuestos fenólicos. Tanto la naturaleza de polaridad media de dicho extracto como su rico contenido de compuestos fenólicos pueden haber contribuido en la eficacia del ingrediente. El extracto de romero ha sido aceptado por la industria alimenticia durante gran cantidad de años. En este estudio, el extracto de romero es soluble en aceite, y la mayor parte de

...

- Los mecanismos del antioxidante ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) incluyen más que solo iones metálicos pesados de enlace fuerte.
- Se han analizado abordajes alternativos que incluyen agentes no quelantes por su potencial para reemplazar la función antioxidante que exhibe el EDTA.
- Se ha observado que la mezcla de tres extractos vegetales naturales mejora significativamente la estabilidad oxidativa de la mayonesa y el aderezo.

Figura 1 - Análisis de varios ingredientes y combinaciones de ingredientes en un sistema modelo de mayonesa



sus compuestos activos son no polares. En los alimentos ácidos como los aderezos y las salsas, mostró una mejora pero posiblemente podría haber mejorado aún más al combinarlo con ingredientes que contienen distintos conjuntos de compuestos activos, ya que estos podrían estar presentes en distintas fases en un sistema complejo de emulsión alimenticia debido al rango inherente de polaridades. Además del análisis, el extracto de té verde también fue seleccionado como candidato para un estudio combinatorio posterior, ya que se trata de un ingrediente polar con un potencial quelante débil en la mayonesa. La función quelante del extracto de té verde no sería suficiente para actuar por sí mismo como un reemplazo del EDTA, pero podría proporcionar una mejora adicional de las actividades antioxidantes, si se utiliza en combinación con otros ingredientes. Finalmente, el extracto de menta verde, el extracto de romero y el extracto de té verde fueron sometidos a un estudio de Diseño de Experimento. En esta prueba formulada en base estadística, se trataron un total de 15 combinaciones conteniendo diversas cantidades de los tres ingredientes en sistemas modelo de mayonesa y también se monitoreó la oxidación de cada muestra tratada durante un período de 4 semanas, y en ese momento se analizaron los índices de peróxido. Se establecieron algoritmos matemáticos para correlacionar el índice de peróxido con la dosis de cada ingrediente, que eventualmente proporcionaron una proporción optimizada de cada ingrediente en el producto mezclado final.

Este abordaje resultó en una mezcla compuesta por extracto de menta verde, extracto de romero y extracto de té verde, en cantidades decrecientes, respectivamente. Se realizó un trabajo de formulación para combinar los tres extractos vegetales con la ayuda de agentes portadores, como la maltodextrina. La formulación también resultó en un producto dispersable en agua. El desempeño de dicha mezcla se evaluó en un lote de mayonesa de gran escala, y en una

matriz de aderezo tipo “ranch” genérico (Figuras 2 y 3).

En ambos casos, el producto funcionó según lo esperado reduciendo los subproductos oxidativos. Sin embargo, a los niveles analizados, no se observó respuesta a la dosis en el estudio con el aderezo “ranch” (Figura 3). En comparación con el EDTA, se necesitan mayores dosificaciones para combinar el desempeño, y el nivel de mejora dependió del tipo de las emulsiones alimenticias. Aun así, la mezcla proporcionó una buena protección contra la oxidación

en las emulsiones alimenticias ácidas, y se encuentra en curso una optimización adicional de la fórmula. Existe una amplia variedad de distintos productos basados en emulsiones en el mercado, que presentan distintos rangos de composición, sabor y color. Por consiguiente, la determinación del índice de la dosificación es de algún modo dependiente de la matriz, y debería ser evaluada cuando se analiza la estabilidad oxidativa en una matriz nueva.

En conclusión, la identificación de agentes quelantes aptos para figurar en eti-

Figura 2 - Índices de peróxido en la mayonesa NaturFORT RSGT = NaturFORT RSGT 101 seco, la mezcla extracto de menta verde, extracto de romero y extracto de té verde

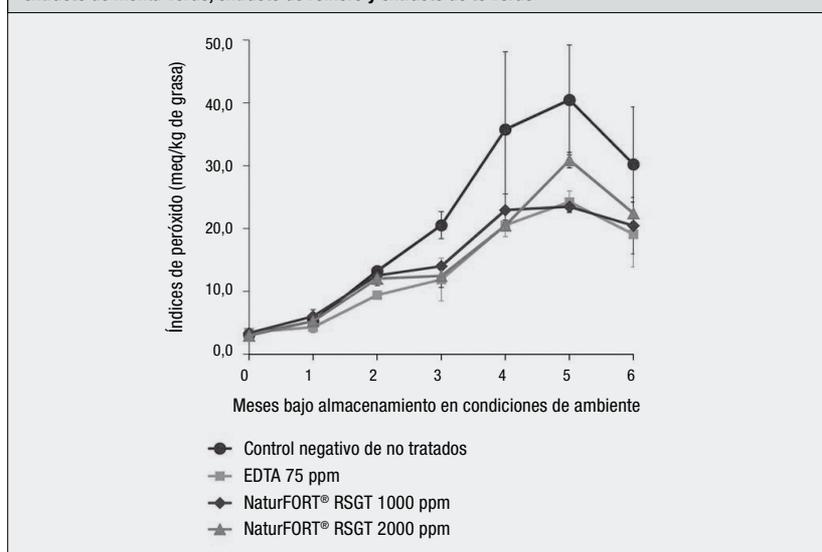
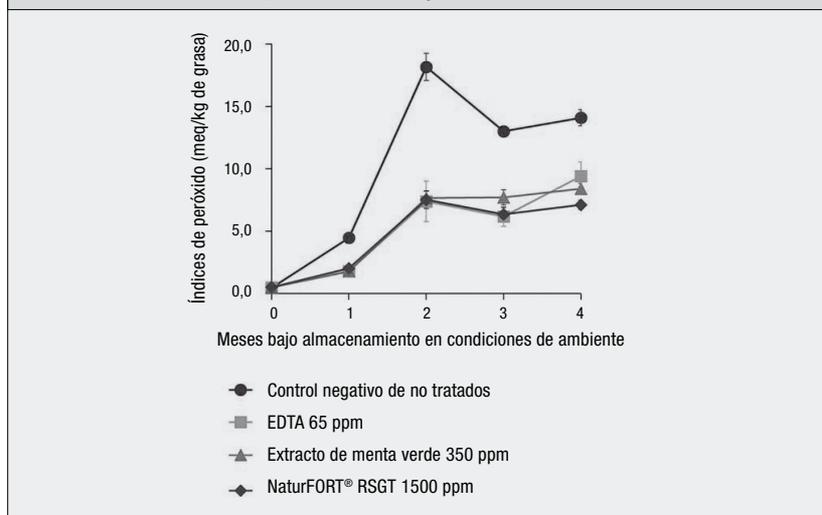


Figura 3 - Índices de peróxido en el aderezo “ranch” NaturFORT RSGT = NaturFORT RSGT 101 seco, la mezcla extracto de menta verde, extracto de romero y extracto de té verde



quetas “amigables” que puedan reemplazar todas las funciones del EDTA continua siendo un desafío. Se han investigado abordajes alternativos, con el objetivo de encontrar una correspondencia con la función antioxidante del EDTA. Este informe ha proporcionado un método para el análisis rápido de ingredientes con resultados confiables para la identificación de candidatos alternativos potenciales. Otras tecnologías emergentes están abordando el reemplazo del EDTA desde distintos ángulos. Por ejemplo, la incorporación de quelantes en los envases activos podría ser otro vehículo para la entrega de las capacidades quelantes excelentes de los quelantes sintéticos [5]. Nosotros creemos que el trabajo continuo enriquecerá la industria con mayor conocimiento sobre cómo las estructuras afectan las capacidades quelantes, y podría ofrecer mayor entendimiento sobre la relación entre las funciones quelantes y antioxidantes para

proporcionar a la industria alimenticia opciones amigables para los consumidores para el reemplazo del EDTA.

Lan Ban recibió su título Ph. D. en Química Bioorgánica en la Universidad de Chicago, en donde se concentró en la construcción y aplicación de micromatrices de carbohidratos para el descubrimiento y la caracterización biofísica de las enzimas modificadoras de carbohidratos. Luego de una breve posición posdoctoral en el Instituto de Tecnología de California, en 2012 se unió al grupo de investigación de la Unidad de Tecnologías Alimentarias en Kemin Industries Inc. Lan tiene gran interés por el control de la oxidación y la prolongación de la vida útil en los sistemas alimenticios, y se ha enfocado en el uso de herramientas químicas y biofísicas para facilitar el descubrimiento y las aplicaciones de ingredientes a partir de fuentes naturales. Puede ser contactada en: Lan.Ban@Kemin.com

tes naturales. Puede ser contactada en: Lan.Ban@Kemin.com

• Referencias

1. Sharpe, P.C., D.R. Richardson, D.S. Kalinowski, and P.V. Bernhardt, Synthetic and natural products as iron chelators, *Curr. Top. Med. Chem.* 11: 591–607, 2011.
2. Nielsen, N.S., A. Petersen, A.S. Meyer, M. TimmHeinrich, and C. Jacobsen, Effects of lactoferrin, phytic acid, and EDTA on oxidation in two food emulsions enriched with long-chain polyunsaturated fatty acids, *J. Agric. Food Chem.* 52: 7690–7699, 2004.
3. Cho, Y. -L., J. Alamad, D.J. McClements, and E.A. Decker, Ability of chelators to alter the physical location and prooxidant activity of iron in oil-in-water emulsions, *J. Food Sci.* 68: 1952–1957, 2003.
4. Rizvi, M.A., R.M. Syed, and B. Khan, Complexation effect on redox potential of iron(III)-iron(II) couple: a simple potentiometric experiment, *J. Chem Ed.* 88: 220–222, 2011.
5. Tian, F., E.A. Decker, and J.M. Goddard, Controlling lipid oxidation of food by active packaging technologies, *Food Funct.* 4: 669–680, 2013 ■



TALLERESBELGRANO

SOLUCIONES EN EQUIPOS AGROINDUSTRIALES



PARQUE IND. CHIVILCOY / RUTA 5 KM 160 / TEL 54.2346.308430 / INFO@TALLERESBELGRANOSA.COM.AR / WWW.TALLERESBELGRANOSA.COM.AR

Mejorando la estabilidad oxidativa y la vida útil de los aceites para fritura con antioxidantes



AUTOR: NAMAL SENANAYAKE
E-mail: namal.senanayake@camblinfs.com

Camlin Fine Sciences North America

Material extraído de la edición de septiembre de 2018 de INFORM, Volumen 29 (8) y publicado bajo la expresa autorización de sus editores.

Resumen / Abstract

Existen varios aceites comestibles disponibles para su uso en aplicaciones de fritura. Dichos productos van desde aceites vegetales, como los de soja, canola, girasol, cártamo, algodón, maíz, cacahuete o maní, palma, palmiste, coco y oliva, hasta grasas animales, como la manteca de cerdo y el sebo. Los aceites vegetales medio-oleico y alto-oleico son excepcionalmente adecuados para aplicaciones de fritura. Estos aceites especiales se pueden utilizar directamente o en mezclas con otros aceites vegetales convencionales más rentables y fácilmente disponibles. Algunas consideraciones a tener en cuenta cuando se selecciona una grasa o un aceite para fritura incluyen la composición de ácidos grasos, el tipo de aplicación comercial, el desempeño de fritura, la frecuencia del recambio o rotación del aceite y la vida útil de los distintos alimentos fritos.

There are several edible oils available for use in frying applications. These products range from vegetable oils, such as soybean, canola, sunflower, safflower, cotton, corn, peanut, palm, palm kernel, coconut and olive, to animal fats, such as lard and tallow. The medium-oleic and high-oleic vegetable oils are exceptionally suitable for frying applications. These special oils can be used directly or in mixtures with other more cost-effective and easily available conventional vegetable oils. Some considerations to consider when choosing a fat or oil for frying include the composition of fatty acids, the type of commercial application, the performance of frying, the frequency of the change or rotation of the oil and the shelf life of the different foods fried.

Palabras claves / Key words

Aceites comestibles; aplicaciones para fritura; vida útil; grasas. *Edible oils; applications for frying; shelf life; fats.*

En los aceites y las grasas vegetales se pueden producir numerosos cambios químicos durante las operaciones de procesamiento, almacenamiento y fritura. La adición de antioxidantes ayuda a retrasar la oxidación lipídica y mejora la vida útil de los aceites y las grasas comestibles, incluyendo los aceites para fritura, sin embargo, se observa cada vez más que los consumidores ven a los antioxidantes sintéticos como indeseables. Por consiguiente, existe

un creciente interés por antioxidantes derivados naturalmente para aplicaciones de fritura. El presente artículo ofrece un panorama de la química de la fritura, métodos para medir la calidad del aceite para fritura, y la acción y el destino de los antioxidantes durante los procesos de fritura. También se discuten las fuentes de antioxidantes naturales para los aceites para fritura, con foco principal en el extracto de romero.

• La química de la fritura

La química de la oxidación de los aceites y grasas comestibles bajo condiciones de fritura es extremadamente compleja, e incluye reacciones térmicas y de oxidación como también reacciones de hidrólisis. Cuando el aceite comestible se expone al oxígeno atmosférico, la humedad y el vapor a temperaturas elevadas (típicamente 160-205 °C) durante la fritura, tienen lugar numerosas reac-

ciones químicas complejas de manera concurrente. Las mismas incluyen hidrólisis, oxidación, polimerización, descomposición lipídica y otras reacciones térmicas que resultan en la formación de numerosos compuestos indeseables. La reacción de hidrólisis se produce cuando la humedad del alimento se libera en el aceite caliente. Esto produce vapor, que causa que los enlaces ésteres de los triacilglicerolos se rompan y formen ácidos grasos libres, monoglicéridos, diglicéridos y glicerina. Estos compuestos resultantes de la hidrólisis presentan polaridades más elevadas y menores pesos moleculares que los triglicéridos inalterados originales, y pueden acelerar aún más las reacciones de hidrólisis en el aceite. Mientras tanto, los ácidos grasos libres producidos se oxidan rápidamente y aceleran la oxidación térmica solubilizando los iones de metales de transición en el aceite. El contenido de ácidos grasos libres en el aceite de fritura normalmente aumenta a medida que avanza la fritura. De hecho, la fritura prolongada incrementa el contenido de ácidos grasos libres de tal manera que puede reducir los puntos de humo, flash y combustión del aceite. Como los ácidos grasos libres tienden a ser volátiles, se pueden perder durante la destilación del vapor. Además, los ácidos grasos libres se pueden degradar

y producir otros compuestos volátiles o reaccionar para formar componentes no volátiles a temperaturas elevadas. La mayoría de las revisiones en la bibliografía científica indican que las reacciones de oxidación y polimerización son mucho más pronunciadas que las reacciones hidrolíticas durante la fritura por inmersión.

La reacción entre el oxígeno atmosférico y el aceite causa la oxidación térmica de los lípidos. El mecanismo químico de la oxidación térmica de los lípidos es esencialmente el mismo que el de la auto-oxidación e incluye tres pasos básicos: iniciación, propagación y terminación; sin embargo, se supone que la velocidad de la oxidación térmica es más rápida que las reacciones en cadena de los radicales libres que están asociadas con la auto-oxidación. Los principales productos de la descomposición del aceite para fritura son mezclas complejas de compuestos monoméricos volátiles, compuestos polares no volátiles, dímeros y oligómeros de triglicéridos no volátiles y sustancias poliméricas no polares. Los compuestos volátiles producidos por la descomposición oxidativa y térmica de los lípidos son aldehídos saturados e insaturados, cetonas, hidrocarburos, lactonas, alcoholes, ácidos, ésteres, furanos y compuestos aro-

máticos. Estos productos de la descomposición afectan la calidad del aceite y ejercerán un efecto indeseable sobre el sabor y el valor nutricional de los alimentos fritos. Los compuestos formados en la descomposición aceleran aún más la degradación del aceite, aumentan su viscosidad, reducen la transferencia de calor, reducen los puntos de humo del aceite, incrementan la absorción del aceite en los alimentos fritos y generan un color no deseable en el medio de fritura y en los alimentos fritos. El proceso de fritura por inmersión incrementa la degradación de los ácidos grasos insaturados, el color, la viscosidad, la formación de espuma, el contenido de ácidos grasos libres, los compuestos polares y los compuestos poliméricos. Los principales factores que influyen sobre la estabilidad del aceite durante la fritura incluyen el tipo de aceite o la grasa utilizada; la relación superficie/volumen de la freidora; el tipo de freidora; la temperatura de fritura; el tiempo de fritura; la cantidad de ciclos de fritura; la exposición al aire atmosférico (oxígeno), humedad, vapor y pro-oxidantes; la presencia o ausencia de antioxidantes; y la extracción y reposición del aceite durante el proceso de fritura.

• Ensayos analíticos para monitorear la calidad

Existen numerosos métodos analíticos disponibles para evaluar la calidad del aceite para fritura y la efectividad de los antioxidantes durante la fritura. Estos incluyen pruebas físicas que miden las propiedades físicas del aceite, pruebas químicas que se encuentran basadas en la medición de los productos volátiles y no volátiles de la descomposición del aceite y métodos instrumentales que están disponibles como pruebas rápidas para evaluar el deterioro del aceite para fritura determinando si son productos volátiles o no volátiles de la descomposición del aceite (Tabla 1). Debido al hecho de que numerosos factores afectan la velocidad de deterioro del aceite durante la fritura, ningún protocolo

•••

- Resolver los problemas de estabilidad y vida útil de los aceites para fritura puede ser desafiante. Durante el proceso de fritura por inmersión, se producen varios cambios físicos y químicos simultáneamente, mayormente oxidación, polimerización e hidrólisis, alterando la composición química de los aceites comestibles durante la fritura.
- Los antioxidantes sintéticos y los naturales son adecuados para estabilizar los aceites para fritura contra la oxidación térmica de los lípidos; sin embargo, en respuesta a la demanda de los consumidores por etiquetas "limpias", o sea sin ingredientes artificiales, la industria alimentaria ha estado buscando activamente fuentes de antioxidantes naturales.
- El extracto de romero es uno de los extractos naturales más importantes que se encuentran disponibles comercialmente, y es muy conocido por sus atributos positivos como un agente saborizante natural y como fuente de antioxidantes naturales. El presente artículo destaca dos casos de estudio sobre la actividad antioxidante del extracto de romero en aceite de canola para fritura.

analítico individual resultaría adecuado para todas las condiciones de fritura. Algunos procedimientos analíticos son claros y simples, mientras que otros resultan un poco más complejos. Los métodos para determinar los cambios en las propiedades físicas del aceite para fritura incluyen mediciones del color, la viscosidad, la altura de la espuma y el punto de humo.

El índice de peróxido (IP) es la medición de los hidroperóxidos en el aceite, y comúnmente se utiliza para evaluar las etapas iniciales de la oxidación. Cuando los lípidos insaturados sufren la auto-oxidación, los hidroperóxidos son los principales compuestos iniciales que se forman. Por lo tanto, el IP es una medición del grado de la oxidación primaria de los lípidos. El IP normalmente se obtiene usando un método basado en titulación (Método Oficial de AOCS Cd8b-90) para determinar los niveles de yodo liberado del yoduro de potasio en un medio ácido. También se encuentran disponibles varios métodos colorimétricos. El IP normalmente se expresa en términos de miliequivalentes de peróxido por kilogramo de grasa. Los aceites refinados, blanqueados y desodorizados (RBD) recién producidos por lo general presentan un IP bien por debajo de 1,0 (meq/kg). Los aceites y grasas usados para fritura normalmente exhiben un menor incremento del IP durante el proceso de fritura. Ya que los hidroperóxidos lipídicos se descomponen rápidamente a temperaturas elevadas, los IP de los aceites en condiciones de fritura pueden resultar confusos. Por lo tanto, normalmente no se recomienda la prueba del IP para la evaluación de la degradación del aceite para fritura; sin embargo, se la puede utilizar en algunas instancias para comparar la efectividad de los antioxidantes durante la fritura.

Los dienos conjugados también se utilizan para evaluar la oxidación inicial de los aceites y las grasas, y se pueden medir con espectroscopía fotométrica a 232 nm. Dicho método es simple e incluye disolver una cantidad reducida

de aceite o grasa en iso-octano y medir la absorbancia utilizando un espectrofotómetro UV. Los dienos conjugados inicialmente aumentan a medida que el aceite se oxida; sin embargo, las cantidades pueden disminuir a medida que los hidroperóxidos de los dienos conjugados intervienen en reacciones oxidativas posteriores. Debido a la descomposición de los hidroperóxidos de los dienos conjugados a temperaturas elevadas, la presencia de sólo un bajo nivel de dienos conjugados no necesariamente es una indicación de alta calidad, y posiblemente sean necesarias mediciones de otros parámetros, incluyendo a los productos de oxidación secundarios.

Otro marcador de la oxidación, la prueba de la *p*-anisidina (Método Oficial de AOCS Cd 18-90), mide los compuestos carbonilos saturados e insaturados con alto peso molecular en los lípidos. El índice de *p*-anisidina es una medida del contenido de aldehídos no volátiles en el aceite, principalmente 2,4-dienales y 2-alquenes. Los aldehídos, que son productos de la oxidación secundaria generados durante la oxidación lipídica, son los compuestos que con mayor probabilidad producen sabores y aromas inaceptables en las grasas y los aceites. En presencia de ácido acético, la *p*-anisidina reacciona con los aldehídos en las grasas y los aceites para formar productos que se absorben a 350 nm. La prueba de la *p*-anisidina no resulta adecuada para la medición de la oxidación secundaria en los aceites y las grasas que tienen un color fuerte o contienen pigmentos producidos naturalmente, ya que pueden interferir con el ensayo y suministrar resultados inválidos.

Históricamente, el contenido de ácidos grasos libres (Método Oficial de AOCS Ca 5a-40) se ha medido durante las operaciones de fritura como un indicador del deterioro del aceite para fritura. El análisis de los ácidos grasos libres se utiliza para determinar el grado de hidrólisis. Los ácidos grasos libres (AGL) son volátiles y se evaporan rápidamente durante la fritura, por lo tanto dichos

compuestos posiblemente no sean el mejor indicador de la calidad. En una investigación realizada en los laboratorios Camlin Fine Sciences, se recolectaron 14 muestras de aceite de canola con distintos contenidos de AGL de una freidora a escala industrial. Para los análisis también se obtuvieron muestras frescas de aceite, y los análisis incluyeron la determinación del contenido de AGL, el índice de estabilidad oxidativa del aceite (oxidative stability index - OSI), y el índice de *p*-anisidina. Las muestras analizadas tenían un contenido de AGL que osciló entre 0,02 y 4,1 %. También se observó una amplia variación en los índices de *p*-anisidina para las muestras de aceite, desde 4,1 a 71,0 indicando que la mayor parte de las muestras de aceite estaban altamente oxidadas. Se realizó un análisis de correlación para explorar las relaciones entre los AGL y los índices de *p*-anisidina o los índices OSI. Se observaron correlaciones bajas entre los AGL y los índices de *p*-anisidina y entre los AGL y los índices OSI. Por lo tanto, se interpretó que el contenido de AGL era un indicador impreciso del daño térmico en los aceites para fritura.

La viscosidad, que es una de las propiedades físicas más importantes del aceite, se puede utilizar para analizar la calidad del aceite durante la fritura. Normalmente, la viscosidad del aceite aumenta con el tiempo de fritura. La viscosidad absoluta del aceite se puede medir utilizan-

Tabla 1 - Métodos de laboratorio para medir la calidad del aceite para fritura y la efectividad de los antioxidantes en el aceite para fritura

Color
Viscosidad
Altura de la espuma
Punto de humo
Índice de peróxido
Dienos conjugados
Índice de <i>p</i> -anisidina
Ácidos grasos libres (%) o índice de acidez
Composición de ácidos grasos
Índice de yodo
Constante dieléctrica
Índice de refracción
Compuestos polares totales (CPT)
Triglicéridos dimerizados y polimerizados
Índice epoxi

do un viscosímetro, que mide el torque requerido para rotar un objeto, como una aguja, en el aceite. En este método de prueba, el aceite se coloca en un vaso de precipitados de vidrio y se mantiene a temperatura constante. Luego, la aguja rota en el aceite a una velocidad establecida, y se mide el torque requerido para rotar la aguja. La resistencia a la rotación, que es función del esfuerzo de corte requerido para mover la aguja en el aceite, luego se utiliza para determinar la viscosidad absoluta del aceite.

La medición del total de compuestos polares (TCP) es uno de los métodos más populares para evaluar la degradación acumulativa de los aceites para fritura. El TCP (Total polar compounds - Método Oficial de AOCS Cd 20-91) se define como la suma de todos los compuestos en el aceite con excepción de los triglicéridos originales. Estos compuestos incluyen a los monómeros oxidados, los triglicéridos dimerizados, los triglicéridos polimerizados, los monoglicéridos, los diglicéridos y los ácidos grasos libres, junto con otros componentes solubles en aceite que son más polares que los triglicéridos originales. En Europa, la medición del TCP ha sido aceptada como protocolo de referencia estándar para evaluar la calidad de los aceites y grasas durante condiciones extremas de fritura. Como el TCP es uno de los mejores indicadores de la calidad del aceite para fritura, varios países europeos han establecido límites reglamentarios de 25-27 % (p/p) para el TCP de los aceites para fritura deteriorados; sin embargo, en los EE.UU. no se han establecido reglamentaciones.

La determinación de los triglicéridos diméricos y poliméricos (TGDP) también se utiliza ampliamente para evaluar la degradación del aceite para fritura, y es un protocolo reglamentario de rutina en algunos países europeos. El desarrollo de compuestos poliméricos es uno de los cambios más notables en los aceites y grasas comestibles durante el proceso de fritura. La cromatografía de exclusión por tamaño de alta eficiencia (CETAE)

parece ser un método estándar para la determinación de los triglicéridos polimerizados. Las reglamentaciones en algunos países europeos especifican que el aceite para fritura debería contener no más de 10-16 % de TGDP, un nivel al cual el deterioro es objetable y el aceite se debería descartar.

• Antioxidantes

Los antioxidantes normalmente se utilizan para mejorar la vida útil y conservar la calidad de los aceites y grasas comestibles. Suprimen las reacciones de oxidación participando en, o interfiriendo con, la reacción en cascada de la auto-oxidación lipídica mediante diversos mecanismos. Los antioxidantes utilizados en los aceites y grasas deben ser costo-efectivos, seguros y fáciles de usar y manejar, estar fácilmente disponibles, ser estables, efectivos a bajas concentraciones y estar exentos de cualquier atributo de sabor, aroma o color indeseable. Los antioxidantes para los aceites para fritura deben mantenerse estables cuando se exponen a las temperaturas de fritura y también brindar protección a los alimentos fritos en dichos aceites, aumentando por consiguiente la vida útil de los productos finales. Por lo general se agregan a los aceites para fritura en su producción para proteger a los aceites durante el manejo, transporte y almacenamiento.

Los antioxidantes se pueden clasificar según sus mecanismos de acción. Los antioxidantes primarios son captadores de radicales libres que retrasan la etapa de inicio o interrumpen la etapa de la propagación de la auto-oxidación. Los antioxidantes sintéticos, como el butilhidroxianisol (BHA), el butilhidroxitolueno (BHT), el propil galato y la terbutil hidroquinona (TBHQ), son antioxidantes primarios potentes y muy conocidos. Varias organizaciones regulatorias, incluyendo la Administración de Drogas y Alimentos de los EE.UU. (FDA) han impuesto límites de tolerancia para la cantidad de antioxidantes

sintéticos que se pueden agregar a las grasas y los aceites (normalmente por debajo de 200 ppm).

Los antioxidantes secundarios desaceleran la velocidad de las reacciones de oxidación funcionando como quelantes de iones metálicos pro-oxidantes, suministrando hidrógeno a los antioxidantes primarios, descomponiendo los hidroperóxidos en especies no radicales, desactivando el oxígeno singlete, absorbiendo la radiación ultravioleta, o actuando como captadores de oxígeno y mejorando la actividad antioxidante de los antioxidantes primarios. Algunos ejemplos de los antioxidantes secundarios importantes incluyen el ácido ascórbico, el palmitato de ascorbilo, los carotenoides y el ácido cítrico, entre otros. Algunos antioxidantes exhiben mecanismos de actividad primarios y secundarios.

Estabilizar los aceites y las grasas comestibles bajo condiciones de fritura puede resultar un desafío porque la velocidad de oxidación bajo condiciones extremas de temperatura y tiempo es bastante elevada, y la baja estabilidad térmica de algunos antioxidantes puede causar una descomposición prematura. Además, la mayor parte de los antioxidantes tienden a ser un poco volátiles y sufren pérdidas evaporativas durante el proceso de fritura. Los antioxidantes no solo se consumen rápidamente durante la oxidación de los radicales libres, sino que también se degradan a las temperaturas elevadas durante la fritura (Figura 1). Por lo tanto, el nivel deseado de antioxidantes no se sostiene durante las operaciones de fritura. El TBHQ es un antioxidante fenólico sintético que se ha utilizado ampliamente en la industria alimentaria para mejorar la estabilidad de los aceites comestibles durante la fritura. El TBHQ es relativamente estable a temperaturas elevadas y es menos volátil que el BHA o el BHT. Los efectos protectores del TBHQ no solo mejoran la estabilidad de los aceites durante la fritura, sino que también pasan a los alimentos fritos, extendiendo en consecuencia su vida útil. La metil

silicona o el dimetilpolisiloxano de grado alimenticio normalmente también se agregan a los aceites para fritura para ayudar a inhibir la formación de espuma y extender el ciclo de vida de la fritura retrasando la oxidación térmica. Las siliconas son inhibidores efectivos de la polimerización. Incrementan el punto de humo de los aceites, posiblemente porque proveen una barrera superficie-aire. También existe evidencia que los antioxidantes y las siliconas exhiben efectos sinérgicos. Por consiguiente, ambos pueden mejorar la calidad de los aceites de fritura en mayor medida que el TBHQ o las siliconas por sí solas.

Los antioxidantes de base vegetal normalmente ofrecen alternativas naturales y más seguras para los antioxidantes sintéticos comúnmente utilizados en los aceites para fritura. Una superabundancia de estudios científicos publicados hasta la fecha han informado sobre el comportamiento de los antioxidantes naturales bajo condiciones de fritura. Algunos de los antioxidantes estudiados incluyen los tocoferoles; los tocotrienoles; el escualeno; los fitoesteroles; los fosfolípidos; los esteril ferrulatos derivados del aceite de maíz o el aceite de salvado de arroz; los lignanos del aceite de sésamo como el sesamol, la sesamina, y la sesamolina; y varios extractos naturales derivados del romero, el orégano, la semilla de la uva, la salvia, el tomillo, la granada, la oliva, la cáscara de los cítricos y el té verde, entre muchos otros.

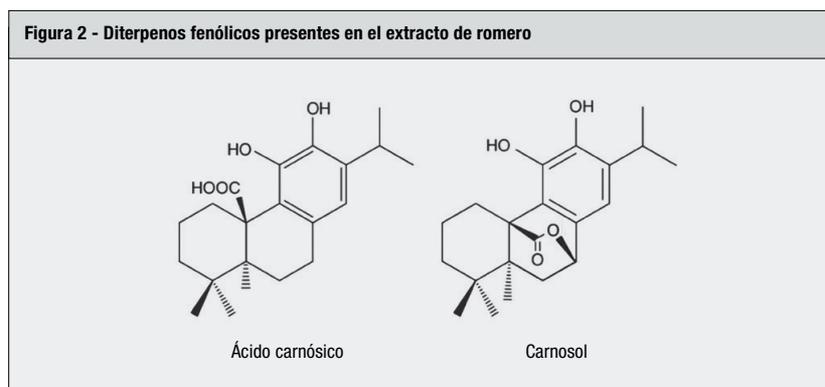
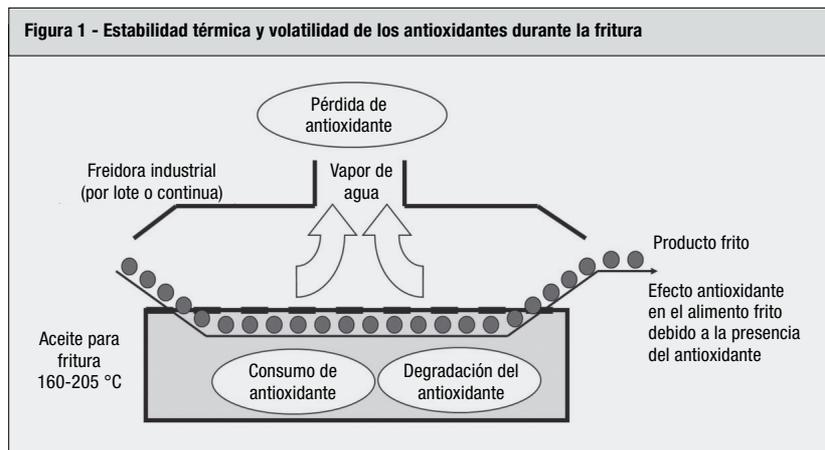
Los tocoferoles, los antioxidantes más ampliamente presentes en la naturaleza, representan los antioxidantes primarios en los aceites vegetales. Los tocoferoles ejercen su máxima actividad antioxidante cuando se encuentran en niveles relativamente bajos en los aceites vegetales. A concentraciones muy elevadas, pueden comportarse como pro-oxidantes. Como captadores de radicales libres, los tocoferoles cumplen un papel significativo en la protección de los aceites vegetales contra la degradación oxidativa durante el proceso de fritura. No obstante, la eficacia de los tocoferoles natura-

les que han sido agregados a los aceites durante el proceso de fritura es un tema de debate. Mientras tanto, aunque se han investigado e informado numerosos antioxidantes naturales, solo un puñado de antioxidantes derivados naturalmente se encuentran disponibles comercialmente para su uso como aceites para fritura. Estos incluyen al extracto de romero, la mezcla de tocoferoles, el extracto de salvia y las catequinas del té verde, junto con algunos otros ingredientes adicionales que exhiben propiedades antioxidantes o funcionan como sinérgicos.

• **Extracto de romero**

El romero (*Rosmarinus officinalis*, L) es una hierba aromática perenne que pertenece a la familia de las *Lamiaceae*. La hierba que es nativa de la región mediterránea, tiene una larga historia de uso seguro como saborizante para alimentos. El extracto del romero con-

tiene varios compuestos activos que han demostrado que ejercen funciones antioxidantes que desaceleran la oxidación de los lípidos insaturados en los alimentos. Estas moléculas antioxidantes activas pertenecen principalmente a las clases de los ácidos fenólicos, los diterpenos fenólicos y los triterpenos. Los principales componentes antioxidantes de los extractos de las hojas son solubles en lípidos, notablemente el ácido carnósico y su principal componente de descomposición, el carnosol, y se conocen colectivamente como diterpenos fenólicos. La molécula de ácido carnósico posee tres anillos de seis miembros, incluyendo un anillo fenólico dihidrico, y un grupo de ácido carboxílico libre único. El carnosol, que es el principal derivado oxidado del ácido carnósico, también tiene una estructura molecular que consiste de tres anillos de seis miembros que incluyen un anillo aromático único con dos grupos hidroxilo y un anillo de lactona (Figura 2). Más del 90 % de la actividad antioxidante



del extracto de romero se atribuye a la presencia de ácido carnósico y carnosol. Entre los diterpenos fenólicos, el ácido carnósico es el principal compuesto presente en el extracto de romero, junto con una menor cantidad de carnosol. Por lo tanto, la respuesta antioxidante del extracto de romero principalmente se debe a la mayor abundancia de ácido carnósico en el extracto. Ambos diterpenos se pueden oxidar aún más, por la exposición a las temperaturas elevadas y la luz, en los productos que continúan activos como antioxidantes. Por consiguiente, se mantiene su capacidad para controlar la oxidación. El ácido carnósico y el carnosol son antioxidantes particularmente efectivos para los aceites para fritura a temperaturas elevadas y sus actividades antioxidantes se trasladan a los productos fritos. Se ha planteado que las actividades antioxidantes del ácido carnósico y el carnosol tienen un mecanismo equivalente al de otros antioxidantes fenólicos, un mecanismo que se atribuye a la presencia de dos grupos OH orto-fenólicos ubicados en las posiciones C11 y C12 de fracciones de catecol que pueden servir como donantes de protones para los radicales libres lipídicos.

Los extractos comerciales de romero normalmente se producen usando extracción por solvente de las hojas secas del romero. Como solventes de extracción se puede utilizar etanol, hexano (de forma separada o en combinación), acetona o CO₂ supercrítico de grado alimenticio.

Los solventes posteriormente son extraídos usando calor y vacío. Otros pasos del procesamiento pueden incluir la filtración, la purificación, el secado y el tamizado. Los extractos resultantes luego se desodorizan, se decoloran, y se estandarizan utilizando diluyentes y 'carriers' de grado alimenticio. Los extractos de romero comerciales se ofrecen en polvo o como líquidos. Los extractos líquidos se encuentran disponibles en diversas formas dependiendo de sus características de solubilidad: solubles en aceite, dispersables en acei-

te, solubles en agua y dispersables en agua. Entre ellos, los extractos líquidos solubles en aceite y dispersables en aceite normalmente se producen con extractos de romero que contienen compuestos activos no polares junto con aceites vegetales o propilenglicol como 'carriers'. Por otra parte, los extractos líquidos dispersables en agua se encuentran basados en componentes activos no polares del extracto de romero con algunos emulsionantes y 'carriers'. Por otro lado, los extractos de romero que contienen componentes activos polares junto con 'carriers' líquidos se utilizan para producir extractos líquidos solubles en agua. Con respecto a los extractos en polvo, pueden ser dispersables en aceite o dispersables en agua.

El extracto de romero cuenta con la aprobación mundial convencional y se posiciona tradicionalmente como un agente saborizante, mayormente para su uso en alimentos. No obstante, siempre resulta necesario consultar las regulaciones alimenticias locales, ya que los requisitos reglamentarios específicos con respecto al uso previsto, la seguridad y la sustentabilidad técnica en los alimentos pueden diferir de un país a otro. En los Estados Unidos, el extracto de romero tiene la categoría de "generalmente reconocido como seguro" (Generally Recognized As Safe – GRAS) para su uso en alimentos como saborizante natural cuando se utiliza de acuerdo con el título 21 del CFR, Secciones 182.10 y 101.22. En la etiquetas de los alimentos puede figurar como extracto de romero, extracto de especia natural, o saborizante natural. Como el extracto de romero exhibe propiedades antioxidantes y saborizantes, ambas funciones se pueden utilizar dentro de un alimento. El extracto de romero, producido utilizando una de cuatro técnicas de extracción por solvente (usando acetona, etanol, o extracción de dos etapas con hexano y etanol, o CO₂ supercrítico), ha sido aprobado por la Unión Europea (UE) bajo las Directivas 2010/67/ UE y 2010/69/UE, y se ha agregado a la lista oficial de aditivos alimenticios aceptables para su uso en

alimentos. En consecuencia, si se agregan extractos de romero a los alimentos principalmente como antioxidante, será necesario que se cumplan las especificaciones establecidas por las Directivas de la UE. Por consiguiente, las compañías productoras de alimentos pueden elegir etiquetarlas como "Antioxidante: extracto de romero", o con el número E-392. Sin embargo, la definición de saborizante natural, como lo establece la Directiva 88/388/CEE del Consejo de la UE, aún aplica para determinados tipos de extractos de romero cuando se usan como saborizantes, y se pueden utilizar en aplicaciones alimenticias, salvo que las legislaciones los limiten para su uso como saborizante en algunos alimentos específicos.

• Caso de estudio 1

En un estudio reciente sobre aceites para fritura realizado por los laboratorios Camlin Fine Sciences, se comparó la eficacia del extracto de romero en el aceite de canola con una muestra de aceite sin aditivos. Se agregó extracto de romero líquido comercialmente disponible (una forma soluble en aceite) al aceite de canola y se mezcló bien antes de proceder al calentamiento. Las muestras de aceite luego se calentaron a 205 °C en una freidora de banco. Una vez que el aceite alcanzó los 205 °C, se procedió a freír muestras de 100 gramos de papas bastón durante 5 minutos. Se completaron 6 ciclos consecutivos de fritura usando papas bastón nuevas para cada ciclo. Una vez completados todos los ciclos, el aceite se mantuvo durante 4 horas a 205 °C. Se recolectaron muestras de aceite en varias etapas de la fritura y el calentamiento para su evaluación analítica.

En ambas muestras los niveles de los dienos conjugados, que son los productos de la oxidación primaria, aumentaron con el tiempo de fritura/calentamiento; sin embargo, la muestra de aceite tratada con extracto de romero exhibió menores niveles de dienos conjugados que la muestra de control negativo (Figura 3).

Los índices de anisidina, que son una medición de los productos de la oxidación secundaria de los lípidos, indicaron que la muestra de aceite suplementada con extracto de romero exhibió menores niveles para los índices de anisidina durante la fritura/calentamiento que la muestra de aceite de control (Figura 4). Esto indica que la estabilidad oxidativa del aceite mejoró con la adición del extracto de romero.

El índice de estabilidad oxidativa del aceite (OSI) de las muestras recolectadas durante varias etapas de la fritura se midió con un instrumento para la estabilidad oxidativa según lo indicado en el Método Oficial de AOCS Cd 12 b-92. Los valores para el OSI de las muestras de aceite se redujeron durante la fritura y el calentamiento, aunque la muestra de aceite tratada con extracto de romero

se mantuvo significativamente más elevada que la muestra de aceite de control (Figura 5). Estos datos plantean que la muestra de aceite tratada con extracto de romero exhibió un mayor “ciclo de vida de la fritura” que el aceite de control sin aditivos.

La viscosidad de las muestras de aceite aumentó continuamente con la cantidad de ciclos de frituras y el tiempo de calentamiento (Figura 6), planteando que la viscosidad se puede utilizar como parámetro para indicar la degradación del aceite vegetal. La muestra de aceite tratada con extracto de romero exhibió menores valores de viscosidad durante la fritura/calentamiento que la muestra de aceite de control, indicando que la estabilidad oxidativa de los aceites mejoró con la adición del extracto de romero.

• Caso de estudio 2

En otro estudio realizado por los laboratorios Camlin Fine Sciences, se comparó la eficacia del extracto de romero con la eficacia del TBHQ. Este estudio comparó la capacidad antioxidante obtenida a partir de 1000 ppm de extracto de romero con la obtenida a partir de 200 ppm de TBHQ usando aceite de canola como medio de fritura. El aceite de canola sin aditivos sirvió como control negativo. Las muestras de aceite se calentaron a 205 °C en una freidora de banco. Una vez que el aceite alcanzó los 205 °C, se procedió a freír muestras de 100 gramos de papas bastón durante 2 minutos y 30 segundos. Para cada tratamiento, se completaron 40 ciclos consecutivos de fritura usando papas bastón nuevas para cada ciclo. Se recolectaron muestras de aceite en

Figura 3 - Dienos conjugados del aceite de canola con y sin extracto de romero durante la fritura

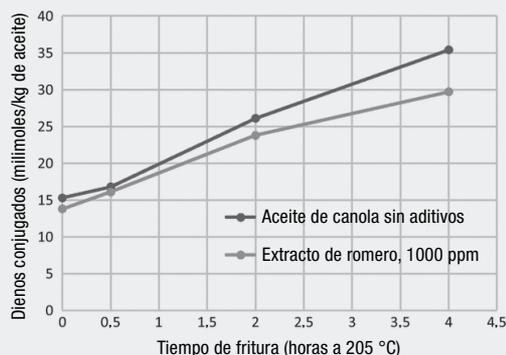


Figura 4 - Índices de anisidina del aceite de canola con y sin extracto de romero durante la fritura

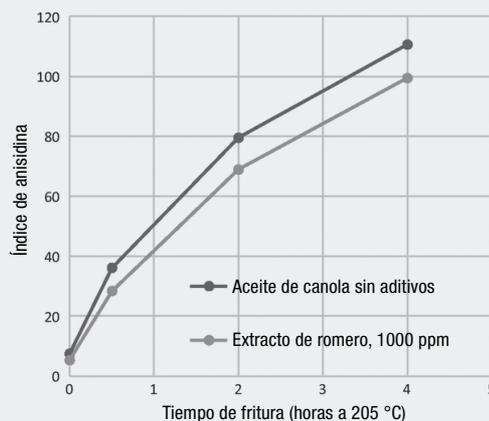


Figura 5 - Índice de estabilidad oxidativa del aceite (OSI) del aceite de canola con y sin extracto de romero durante la fritura

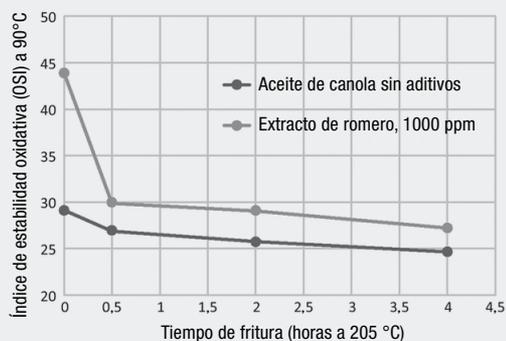
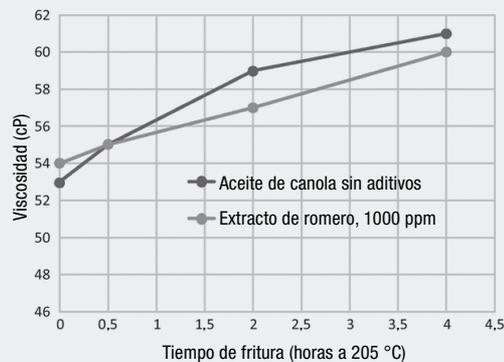


Figura 6 - Índices de viscosidad del aceite de canola con y sin extracto de romero durante la fritura



varias etapas de fritura para su evaluación analítica.

Durante la fritura se midieron los índices de peróxido y anisidina (Tablas 2 y 3). Las muestras de aceite antes de la fritura tenían un índice de peróxido inferior a 1,0 (meq/kg), que está por debajo de la especificación del fabricante. Al final de los 40 ciclos de fritura, la muestra de control sin aditivos exhibió el mayor índice de peróxido, seguida por los acei-

tes suplementados con TBHQ y extracto de romero (Tabla 2). Los índices de anisidina de las muestras de aceite aumentaron con la cantidad de ciclos de fritura en los tres aceites. En base a los índices de anisidina, la estabilidad oxidativa de las muestras de aceite fue: extracto de romero > TBHQ > control negativo sin aditivos (Tabla 3).

La muestra de aceite tratada con TBHQ exhibió los valores de OSI más eleva-

dos, seguidos por la muestra tratada con extracto de romero y el control negativo (Figura 7). En base a los resultados de la prueba de OSI, la estabilidad oxidativa del aceite fue: TBHQ > extracto de romero > control negativo sin aditivos.

Namal Senanayake es gerente científico en Camlin Fine Sciences North America, una subsidiaria de su empresa matriz Camlin Fine Sciences Limited en Bombay, India. Cuenta con más de 20 años de experiencia en química de lípidos, oxidación lipídica y antioxidantes, y ha ocupado varias posiciones en la industria alimentaria y en instituciones académicas. En Camlin Fine Sciences se ha focalizado en la gestión de las pruebas de control de calidad de los productos antioxidantes; en la prueba de aplicaciones de productos alimenticios para humanos, para mascotas y para forrajes; en el desarrollo de nuevos productos antioxidantes; y en la optimización de las formulaciones de productos existentes. Puede ser contactado en: namal.senanayake@camlinfs.com ■

Figura 7 - Índice de estabilidad oxidativa del aceite (OSI) de los aceites para fritura

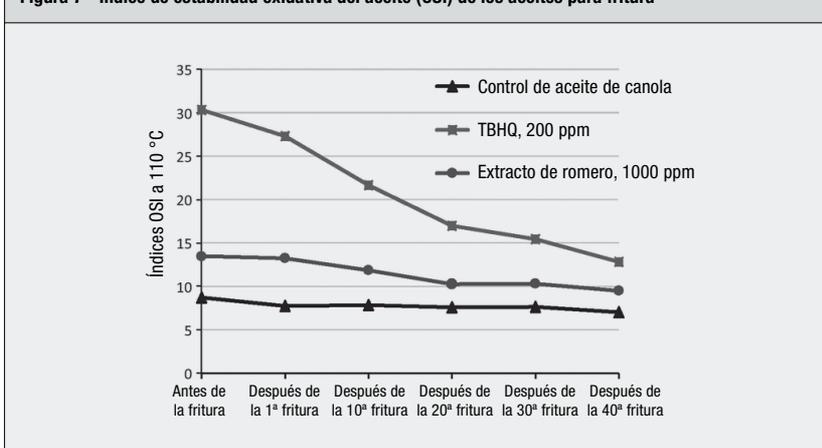


Tabla 2 - Índices de peróxido en los aceites para fritura

Muestra	Incremento porcentual (%) de índices de peróxido después de 40 ciclos de fritura
Aceite de canola sin aditivos	88,5
TBHQ, 200 ppm	17,2
Extracto de romero, 1000 ppm	11,9

Tabla 3 - Índices de anisidina de los aceites para fritura

Muestra	Índice de p-anisidina				
	Antes de la fritura	Después de la 10ª fritura	Después de la 20ª fritura	Después de la 30ª fritura	Después de la 40ª fritura
Aceite de canola sin aditivos	1,1	23,7	36,7	45,5	54,2
TBHQ, 200 ppm	1,3	21,6	34,0	44,6	53,4
Extracto de romero, 1000 ppm	0,9	17,8	34,2	40,2	46,2



spirax sarco

Post Venta & Servicios

Ayudamos a nuestros clientes a mantener y optimizar su sistema de energía térmica.

Spirax Sarco es la compañía líder en sistemas de vapor y energía térmica, desde nuestro conocimiento podemos aportarle valor en el mantenimiento, optimización y confiabilidad de su sistema de vapor.

- Oportunidades de Mejora (Energético y Seguridad)
- Mantenimiento Programado
- Mantenimiento Correctivo
- Stock de Repuestos Críticos
- Contratos de Mantenimiento

Info@ar.spiraxsarco.com
www.spiraxsarco.com/global/ar

T (+54 11) 4589-1300
F (+54 11) 4741-7711

Autopista Panamericana, Colectora Este N° 24951
Don Torcuato, Buenos Aires - Argentina

La extracción acuosa enzimática para el aceite comestible, una nueva tendencia en China



AUTOR: MANYI WANG

Material extraído de la edición de septiembre de 2018 de INFORM, Volumen 29 (8) y publicado bajo la expresa autorización de sus editores.

Resumen / Abstract

Este artículo forma parte de la sección China Update, la cual resalta nuevas tecnologías, tendencias, desarrollos de mercado y temas de actualidad del país más poblado del mundo.

This article is part of the China Update section, which highlights new technologies, trends, market developments and current affairs of the most populated country in the world.

Palabras claves / Key words

China; producción; extracción acuosa enzimática; aceite comestible; molienda.

China; production; enzymatic aqueous extraction; edible oil; milling.

En China, la extracción acuosa enzimática para el aceite comestible se ha vuelto cada vez más importante no solo en términos de mejoras tecnológicas sino también con respecto a las aplicaciones industriales. Para conocer más, entrevistamos al Profesor Lianzhou Jian, Decano de la Facultad de Ciencia de los Alimentos en la Universidad Agrícola del Nordeste, y presidente de la Sección China de AOCS.

¿Por qué la extracción acuosa enzimática es valorada en China?

La extracción acuosa enzimática conserva, en la mayor medida posible, los componentes naturales presentes en el aceite. La extracción acuosa enzimática no modifica la composición de los ácidos grasos del aceite como si lo hacen la extracción por solvente y el prensado, por su parte la calidad del aceite crudo es más adecuada para ser luego

sometida al proceso de refinación. Por ejemplo, la extracción acuosa enzimática reduce el contenido de ácidos grasos libres y fósforo, y por lo tanto el aceite resultante es de mejor calidad ya que contiene menor cantidad de compuestos indeseables. Además, en comparación con otros métodos de extracción acuosa, la extracción acuosa enzimática puede incrementar el contenido de tocoferoles y la estabilidad oxidativa. Particularmente, en el caso del aceite de oliva extra virgen puede incrementar el contenido de polifenoles y además mejora la calidad sensorial del mismo.

El proceso de la extracción acuosa enzimática evita el uso de solventes orgánicos, utilizar temperaturas elevadas, y alta presión; por lo tanto, las operaciones son más amigables y por lo tanto más seguras. También ofrece ventajas enormes para mejorar el aprovechamiento integral de los recursos de aceite y reducir el consumo de energía asociada

do con la refinación del aceite. Como resultado, ha crecido el apoyo gubernamental para la investigación relacionada con la extracción acuosa enzimática. Durante el 12° Plan Quinquenal (2011-2015), el Ministerio de Ciencia y Tecnología de China financió un proyecto de investigación relacionado con la extracción acuosa enzimática como parte del Programa 863.

¿Cuál son los factores claves de la extracción acuosa enzimática?

El grado de molienda afecta significativamente la liberación de aceite a partir de las semillas. Por lo general, a mayor grado de molienda, mayor es el rendimiento de aceite.

El tipo y la cantidad de enzima son algunos de los factores más importantes para determinar la eficiencia de la extracción. Como las semillas oleaginosas contie-

nen una gran variedad de compuestos, las preparaciones enzimáticas formuladas (blend de enzimas), generalmente son más efectivas para la liberación del aceite que una enzima individual. El rendimiento y la separación del aceite se pueden mejorar aún más incrementando la concentración enzimática dentro de un rango determinado. En este caso, la formulación y la dosis de la enzima deben ser analizadas cuidadosamente realizando ensayos con semillas oleaginosas específicas.

La temperatura y el pH del sistema son relevantes para la eficiencia de la reacción enzimática. En términos generales, el rango de temperatura efectivo para la extracción acuosa enzimática es de entre 40 y 55 °C, pero puede variar levemente dependiendo del tipo de enzima utilizado. El pH afecta la actividad de la enzima y la separación del aceite de la fase acuosa que contiene las proteínas. El pH adecuado varía entre 3 y 8, y el rendimiento óptimo se encuentra relacionado con el tipo de enzima y las propiedades de la semilla oleaginosas que se procesa. La duración del tratamiento enzimático también varía por el tipo de las semillas oleaginosas y las enzimas que se utilizan, y el mismo oscila desde 0,3 horas y hasta más de 10 horas.

Cuando se aplica la extracción acuosa enzimática se deben considerar numerosos factores. Por ejemplo, el incremento del coeficiente sólido/líquido no solo mejora la separación del aceite de la fase acuosa, sino que también reduce la descarga de agua residual. Cuando se utiliza agitación, su velocidad y fuerza son cruciales para controlar la emulsión. Además, la centrifugación, como también el uso de aditivos o co-solventes influirán sobre el proceso de extracción.

¿Cuál son las ventajas de la extracción acuosa enzimática para los aceites comestibles y las proteínas?

Las condiciones del proceso de extracción acuosa enzimática son leves, y

generalmente no exceden los 80 °C. Los nutrientes se pueden proteger de la degradación bajo temperaturas elevadas. Por ejemplo, el contenido de escualeno en el aceite obtenido a partir de la extracción acuosa enzimática es superior al del aceite refinado. Además, sin aplicar un tratamiento a temperatura elevada, se reducen los componentes perjudiciales, como por ejemplo el ácido graso trans, el 3-MCPD y el éster de glicidilo. Adicionalmente, se reduce la desnaturalización de las proteínas, y esto facilita el subsiguiente aprovechamiento integral de las mismas. Por ejemplo, el subproducto de la extracción acuosa enzimática de la proteína de la soja se puede utilizar para producir leche de soja, para hidrolizarse adicionalmente en péptidos de soja, o concentrarse y secarse directamente para producir aislado de proteína de soja.

¿Cómo se puede comercializar exitosamente la extracción acuosa enzimática?

Los requisitos del mercado y los costos son factores claves para la comercialización de la extracción acuosa enzimática. Con el desarrollo de la tecnología, la actividad enzimática para llevar a cabo la extracción acuosa enzimática se ha mejorado gradualmente y a su vez se ha reducido la dosis de enzima necesaria, y esto finalmente redunda en la disminución del costo de dicho proceso. Por ejemplo, en la extracción del aceite de maní, la cantidad de enzima se ha reducido en un 90 %. Además, el aprovechamiento integral de las proteínas redujo el costo del tratamiento de las aguas residuales, ofreciendo más posibilidades para su aplicación industrial. Por otro lado, los consumidores están prestando mayor atención a la salud y la nutrición, y esto hace que los productos de aceites diferenciados y de mejor calidad sean más populares y a la vez más valorados. Definitivamente los consumidores están dispuestos a pagar un extra-costo por productos de primera y mejor calidad. Estos factores son muy prometedores para la comercialización.

¿Cuál es la situación doméstica de la extracción acuosa enzimática en las aplicaciones industriales?

A la fecha, se han establecido líneas de demostración industrial para la extracción acuosa enzimática del aceite de semilla de la camelina, el aceite de maní y el aceite de soja. Por ejemplo, Hunan Kangyida Camellia Biotechnology y Jiangxi Lvyexuan Biotechnology han desarrollado métodos de extracción acuosa enzimática para el aceite de semilla de camelina. En el año 2009 se estableció una línea de producción, con una capacidad de procesamiento de materia prima de 200.000 toneladas por año. Por su parte en el año 2013, su producto ganó el Premio Internacional a la Contribución de Diseño Ecológico otorgado por la UE.

En el año 2016, se aplicó la extracción acuosa enzimática en la producción de aceite de maní en la provincia Jiangsu, con una capacidad de 5 toneladas por lote. Estas operaciones producen simultáneamente leche de proteína de soja, usando la tecnología desarrollada por la Universidad Jiangnan.

La aplicación industrial de la extracción acuosa enzimática del aceite de soja se ha implementado en Shandong Blue Ridge Gaotang, utilizando tecnologías desarrolladas por la Universidad Agrícola del Nordeste (el esfuerzo obtuvo el segundo lugar en el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología). Las operaciones tienen una capacidad de procesamiento de 2 toneladas por día. Usando soja no modificada genéticamente como materia prima, se produce leche de soja, fibra dietaria de soja, y polisacáridos de soja de manera simultánea, y esto se considera como un ejemplo excelente para lograr el aprovechamiento integral de los recursos de la soja.

Manyi Wang es director del Centro Tecnológico de Procesamiento y Aplicación, del Instituto de Investigación sobre Nutrición y Salud de COFCO, Pekín, China ■

Una perspectiva sobre los avances y oportunidades en la conversión catalítica de biomasa lipídica en biodiesel y combustibles verdes

Parte II



AUTORES: MARCO A. SÁNCHEZ CASTILLO^a; SERGIO A. GÓMEZ TORRES^b; CLAUDIA DEL ROCÍO ARELLANO DEL RÍO^a; FABIOLA PALOMO GONZÁLEZ^a

^a Facultad de Ciencias Químicas, CIACYT, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Sierra Leona 550, San Luis Potosí, S.L.P., 78210, México

^b Área de Ingeniería Química, CBI, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Iztapalapa, Cd. de México, 09340, México

Trabajo original preparado especialmente para A&G.

Resumen / Abstract

La conversión de biomasa y sus derivados, cuando se basa en las premisas de una biorrefinería y de una política de “cero residuos”, es una alternativa sustentable para reemplazar a las materias primas fósiles en la producción de energía, combustibles verdes y una diversidad de productos químicos de alto valor agregado en la industria. Diversos tipos de biomasa se han propuesto como materia prima para la síntesis de combustibles líquidos. Uno de los ejemplos más significativos desde el punto de vista comercial es el empleo de aceites vegetales de primera y segunda generación para la síntesis de biodiesel. Las exigencias de la industria para disponer de productos que se puedan usar directamente en los actuales sistemas de producción, distribución y empleo de combustibles, han motivado el desarrollo de distintos procesos de hidrotreatmento⁽¹⁾ de aceites vegetales de segunda y tercera generación para eliminar el oxígeno de los productos de la mezcla y obtener el llamado diésel verde. Adicionalmente, el acoplamiento del proceso de desoxigenación al de rompimiento selectivo de la cadena de carbono permite ahora obtener fracciones de hidrocarburos representativas del queroseno verde y de la gasolina verde. En este trabajo se da una perspectiva de los principales avances sobre la conversión de lípidos en biodiesel a través del proceso convencional, así como de los retos y oportunidades que se

The conversion of biomass and its derivatives, when based on the premises of a biorefinery and a policy of "zero waste" is a sustainable alternative to replace fossil raw materials in the production of energy, green fuel and a variety of chemical products with high added value in the industry. Various types of biomass have been proposed as raw material for the synthesis of liquid fuels. One of the most significant examples from the commercial point of view is the use of first and second generation vegetable oils for the synthesis of biodiesel. The demands of the industry to have products that can be used directly in the current systems of production, distribution and use of fuels, have motivated the development of different hydrotreating processes of second and third generation vegetable oils to eliminate oxygen from the mixture products and get the so-called green diesel. Additionally, the coupling of the process of deoxygenation to the selective breaking of the carbon chain now allows obtaining fractions of hydrocarbons representative of green kerosene and green gasoline. This paper gives an overview of the main developments on converting lipids into biodiesel through the conventional process, as well as the challenges and opportunities that should be addressed to favorably capitalize on new

(1) Hidrotreatmento se refiere a tratamientos con H₂ (como hidrogenación) y no con agua (como el prefijo hidro- puede sugerir).

deben atender para capitalizar favorablemente los nuevos procesos de hidrotreamiento que permiten la obtención de toda la gama de combustibles líquidos verdes. El énfasis del trabajo se orienta a la revisión de los procesos catalíticos implicados en ambas tecnologías, identificando claramente las acciones que permitirán el desarrollo de la tecnología de conversión de lípidos sobre bases sustentables.

hydrotreating processes that allow obtaining all range of green liquid fuels. The emphasis of the work is oriented to the review of the catalytic processes involved in both technologies, clearly identifying the actions that will allow the development of lipid conversion technology on a sustainable basis.

Palabras claves / Key words

Conversión catalítica; biomasa; lípidos; aceites; biodiesel; combustibles verdes.

Catalytic conversion; biomass; lipids; oils; biodiesel; green fuels.

3. Combustibles verdes

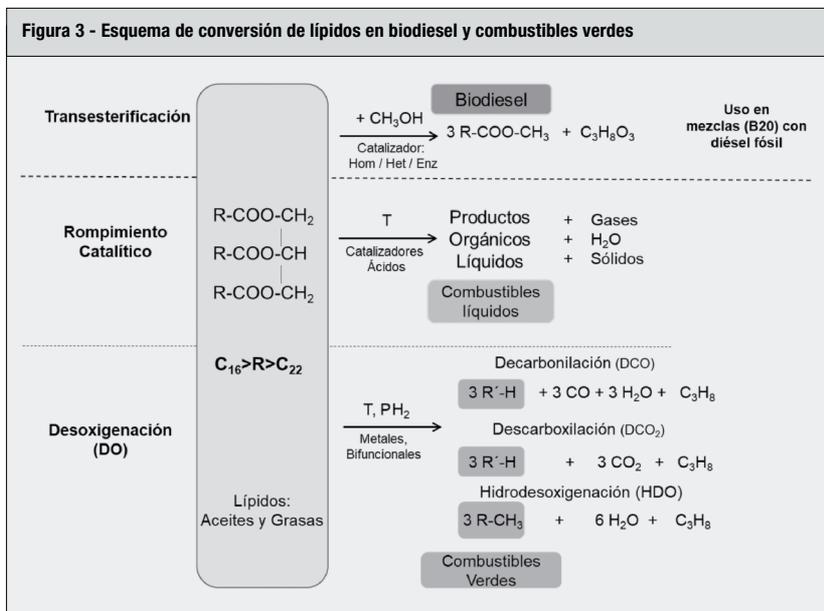
Como se ilustra en la Figura 3, los triglicéridos se pueden convertir en diésel verde mediante procesos de desoxigenación. Se hace notar que los productos de este proceso se pueden convertir mediante procesos catalíticos subsecuentes, que implican el rompimiento selectivo de las cadenas de carbono, en queroseno verde y/o en gasolina verde.

3.1. Diésel verde

Como se indicó, numerosos trabajos de investigación y desarrollo tecnológico

han documentado la conversión de aceites vegetales comestibles y no comestibles en una mezcla de hidrocarburos libres de O₂ (preferentemente alcanos) en el rango de C₁₂-C₁₈, la cual se denomina “diésel verde” (Kubičková, 2010). Como ya se estableció, esta mezcla es totalmente compatible con el diésel fósil y su uso reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero a medida que se incrementa la proporción de diésel verde en la mezcla (Sotelo-Boyás, 2011). Además, las propiedades fisicoquímicas del diésel verde son prácticamente iguales a las del diésel convencional por lo que se pueden usar en forma directa en los mismos motores de combustión.

De acuerdo con la literatura, la fracción de hidrocarburos verdes formada a partir de aceites vegetales es una función de: 1) la morfología del catalizador (Idem y col., 1997; Twaq y col., 1999; Twaq y col., 2003; Twaq y col., 2004; Ooi y col., 2005; Ramya y col., 2012), 2) del tipo y número de sitios activos (Katikaneni y col., 1996; Idem y col., 1997; Chen y col., 2010; Ngo y col., 2010), 3) de la relación C/O en la alimentación (Siswanto y col., 2008), 4) de la temperatura (Katikaneni y col., 1996; Siswanto y col., 2008) y 5) de la velocidad espacial WHSV⁽²⁾ (Prasad y col., 1996; Siswanto y col., 2008). En relación a las características morfológicas del catalizador, el área superficial solo tiene efectos marginales, menores a 5%, en el rompimiento catalítico de aceites vegetales (Idem y col., 1997; Twaq y col., 2003). Sin embargo, se ha documentado que el tamaño de poro sí tiene un efecto relevante en la conversión y la selectividad de los productos (Twaq y col., 2004), y se debe hacer notar que este efecto está acoplado también a la estructura del aluminosilicato utilizado. Trabajos previos del rompimiento catalítico del aceite de canola han mostrado que las zeolitas microporosas (HZSM-5, H-MOR, H-Y) presentan mayor actividad, mayor selectividad hacia los gases y mayor selectividad de forma para los hidrocarburos líquidos, que los aluminosilicatos amorfos (silicalita, sílica-alúmina, aluminio pilareado); en con-



⁽²⁾ Weight hourly space velocity. La velocidad espacial horaria en peso (WHSV) se define como el peso del flujo de alimentación por unidad de peso del catalizador por hora.

traparte, estos materiales favorecen la formación de parafinas líquidas (Katikaneni y col., 1995). Como ejemplo, en un estudio realizado por Díaz de León y Sánchez Castillo (2016), la conversión de aceite de canola sobre MCM-41 dio lugar preferentemente a la formación de hidrocarburos líquidos que, en función de su longitud de cadena, se identificaron en el rango de diésel verde o de gasolina verde. Notoriamente, la proporción de cada uno de estos productos fue dependiente de la WHSV utilizada.

3.2. Turbosina verde

La industria de la aviación utiliza queroseno (Jet A / A-1) como combustible. El queroseno se deriva del petróleo y es un destilado intermedio entre la gasolina y el diésel. Es importante destacar que la industria de la aviación ha tenido un crecimiento significativo y continuo desde hace décadas, elevando el consumo de combustible fósil así como las emisiones de GEI a la atmósfera. Se estima que esta industria contribuye con alrededor del 2% de las emisiones de GEI, siendo una de las principales causas del calentamiento global. Además, se proyecta que para el año 2020, las emisiones globales de la aviación internacional serán alrededor de 700% mayores que las de 2005. Por esta razón, la industria de la aviación ha propuesto diferentes estrategias para disminuir los efectos del cambio climático causado por el uso de combustibles fósiles, entre ellas (Yilmaz y Atmanli, 2017):

- a) mejoras tecnológicas en los motores para reducir el consumo de combustible,
- b) uso de combustibles alternativos derivados de fuentes renovables, con un alto nivel de sustentabilidad.

A nivel internacional, la industria de la aviación tiene fuertes incentivos para explorar y apoyar el desarrollo de alternativas confiables a la turbosina fósil convencional, con la característica fundamental que el nuevo combustible alternativo debe ser de uso directo, ple-

namente compatible con la infraestructura existente de la industria de la aviación. Por supuesto, hay otros requisitos específicos que se deben cumplir para que los combustibles sean adecuados para la aviación comercial y para garantizar un transporte aéreo seguro. Por ejemplo, el combustible alternativo debe tener una gran cantidad de contenido de energía por unidad de masa y volumen, para minimizar el combustible transportado en un intervalo dado y el tamaño de los depósitos de combustible. Los combustibles de aviación también deben ser térmicamente estables para evitar la congelación o la gelificación a baja temperatura, y para satisfacer otras demandas en términos de viscosidad, tensión superficial, propiedades de ignición y la compatibilidad con los materiales utilizados normalmente en la aviación.

Hasta la fecha, varias compañías aéreas han probado o usado en algunos vuelos comerciales un combustible alternativo derivado de la conversión de biomasa, conocido como bioturbosina o bio queroseno parafínico estándar (bio-SPK por sus siglas en inglés), que se pueden mezclar hasta en 50% con combustible fósil de avión (Gutiérrez-Antonio *et al.*, 2017). Sin embargo, los requisitos que establece el mercado demandan ahora turbosina o queroseno verde, es decir, la composición de la mezcla debe ser libre de O₂. Para este propósito se han propuesto diferentes tecnologías para la producción de queroseno verde, cada una de las cuales tiene diferentes niveles de avances tecnológicos y viabilidad económica (Liu *et al.*, 2013; Eller *et al.*, 2016; Vasquez *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2018):

- a) Hidrotratamiento de aceites vegetales no comestibles frescos y agotados, grasas frescas y agotadas y/o aceite de algas; este proceso se conoce como hidroprocesamiento de ésteres y ácidos grasos (HEFA, por sus siglas en inglés).
- b) Conversión de alcoholes a turbosina (Jet Fuel) (ATJ, por sus siglas en

inglés), que implica la conversión de una mezcla simple o mixta de alcoholes C₃₊ derivados de la biomasa.

- c) La síntesis de Fischer-Tropsch, a partir de gas de síntesis derivado de carbón o gas natural.

En el proceso de hidrotratamiento de aceites vegetales no comestibles se usan principalmente *Jatropha* y *Camelina*. La disponibilidad y el costo de estos aceites son un factor importante para su elección ya que la materia prima puede representar del 60 al 75% del costo final del producto (Vasquez *et al.*, 2017). Este proceso fue desarrollado e industrializado inicialmente por UOP, una de las empresas líderes en procesos petroquímicos. Hasta la fecha, UOP es el mayor productor de turbosina verde (bio-SPK), con varias plantas de producción, en su mayoría instaladas en los Estados Unidos (www.uop.com). El proceso de UOP consiste de dos etapas. En la primera etapa, conocida como desoxigenación, los aceites vegetales no comestibles se convierten en parafinas en el rango del diésel mediante la eliminación de las moléculas de O₂ del aceite y la hidrogenación de cualquier olefina en parafina. La eliminación del O₂ aumenta el calor de combustión del combustible, y la eliminación de las olefinas aumenta su estabilidad térmica y oxidativa. En una segunda etapa, conocida como rompimiento / isomerización, las parafinas de rango del diésel se isomerizan y/o se rompen a parafinas con un número de carbonos en el intervalo del queroseno. Este proceso químico es similar a los que tienen lugar en una refinería convencional y, de hecho, se puede llevar a cabo en una refinería de petróleo. UOP ha probado que el bio-SPK que sale del proceso descrito está certificado para su uso en la aviación comercial a través de la norma ASTM D7566 y se puede mezclar hasta en un 50% con queroseno fósil para aplicaciones prácticas, con un notorio ahorro de emisión de GEI (50 a 90%) en relación con el queroseno fósil, dependiendo de la materia prima. Hasta la fecha, el Bio-KPS producido por UOP

ya se ha probado y se utiliza regularmente en algunos vuelos comerciales.

3.3. Gasolina verde

Por otra parte, varios estudios han reportado la conversión de biomasa en una mezcla de hidrocarburos que se identifica como “gasolina verde”, y que tiene propiedades muy similares a la gasolina de origen fósil (Twaiq y col., 2004; Ooi y col., 2005; Benson y col., 2009; Siswanto y col., 2008; Rao y col., 2010; Zandonai, 2015). A la fecha, los lípidos obtenidos a partir de oleaginosas son la principal materia prima para la producción de gasolina verde (Twaiq y col., 2004; Ooi y col., 2005; Benson y col., 2009; Siswanto y col., 2008; Rao y col., 2010; Kubičková, 2010; Ong y col., 2010; Sotelo-Boyas, 2011). Particularmente, los aceites de palma y de canola se han transformado a gasolina verde a presión atmosférica y un rango de temperatura de 300-500 °C, en presencia de catalizadores micro y mesoporosos con carácter ácido (Katikaneni y col., 1995; Ooi y col., 2005; Siswanto y col., 2008; Benson y col., 2009). Los productos de estas reacciones se encuentran en tres fases: gases, líquidos y sólidos (coque). Por lo general, los gases y el coque no presentan variaciones relevantes entre la mayoría de los trabajos reportados; sin embargo, en todos los casos la selectividad de los productos líquidos es función del tipo de catalizador utilizado. Así, se ha documentado que el uso de catalizadores ácidos microporosos (p.ej., HZSM-5 y HY) también promueve la formación de benceno, tolueno y o-, m-, p-xilenos (BTX). Por otra parte, los materiales ácidos mesoporosos (p.ej., MCM-41 y SBA-15) promueven preferentemente la formación de parafinas lineales y ramificadas (Corma y col., 1998; Twaiq y col., 2003; Benson y col., 2008; Ong y col., 2010). De esta forma, aun cuando los materiales microporosos exhiben mayor actividad bajo las mismas condiciones de reacción, los materiales mesoporosos presentan un mayor rendimiento hacia la fracción de gasolina (Twaiq y col., 2003; Zhao y col., 1996). Este hecho es parti-

cularmente importante desde la perspectiva industrial, ya que el contenido máximo permitido de BTX en la gasolina es menor al 1%/vol (www.pemex.ref.com), por lo que no es deseable la producción de una gasolina con las características de la mezcla obtenida cuando se usan catalizadores microporosos.

3.4. Desoxigenación (DO)

Hay varias rutas posibles para la DO de aceites vegetales (Sousa *et al.*, 2018; Oh *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2018), las cuales se ejemplifican en la figura 3, y cuya selectividad es función de las materias primas, los catalizadores y/o las condiciones de operación del reactor.

3.4.1. Decarboxilación (DCO):

En este caso los ácidos grasos se rompen en el enlace C-C y luego pierden un grupo acilo en forma de CO y se combinan con H para dar alcanos de cadena lineal insaturados. Si la reacción se lleva a cabo en condiciones de H₂, se puede obtener un hidrocarburo alifático saturado.

3.4.2. Descarboxilación (DCO₂):

En este caso los grupos carboxilo en los ácidos grasos se descomponen para liberar CO₂.

3.4.3. Hidrodesoxigenación (HDO):

En este caso se usa H₂ como un reductor altamente efectivo para reaccionar con los átomos de oxígeno del ácido carboxílico para dar lugar a la formación de agua (Furimsky, 2000; Choudhary y Phillips, 2011; Graça *et al.*, 2012; Arun *et al.*, 2015; Ameen *et al.*, 2017).

En comparación con sus ácidos grasos correspondientes, las vías de descarboxilación (DCO) y descarboxilación (DCO₂) producen hidrocarburos reducidos en un átomo de carbono por la ruptu-

ra de un enlace C-C. Por otra parte, en el proceso HDO se producen alcanos con el mismo número de carbonos. El consumo de H₂ en el proceso disminuye en el siguiente orden: HDO > DCO > DCO₂. De acuerdo con lo anterior, una descarboxilación o una descarboxilación que ocurren a una temperatura de reacción relativamente baja, generan gases contaminantes pero consumen menos H₂. Por el contrario, la HDO es más ambientalmente benigna pero consume más H₂. Con base a lo anterior, las rutas de DCO y DCO₂ parecen ser mejores alternativas que la ruta de HDO (Xin *et al.*, 2018).

3.5. Hidrodesoxigenación (HDO)

El proceso de HDO puede ocurrir a través de dos rutas:

a) Hidrodesoxigenación directa.

Esta ruta implica la HDO profunda de aceites y grasas a alta temperatura (240-480 °C) y presión (4-20 MPa), e incluye como etapas principales la saturación, la hidrogenación y la deshidratación de las aceites y grasas. Se hace notar que los hidrocarburos obtenidos por HDO directa generalmente tienen un alto índice de cetano pero exhiben propiedades de flujo en frío muy pobres.

b) Hidrodesoxigenación-isomerización

Esta es una ruta mejor que la HDO directa. El punto de enturbiamiento y la viscosidad de las parafinas lineales obtenidas en la HDO directa son generalmente más altos, lo que origina propiedades de flujo en frío muy deficientes. Sin embargo, la después de la isomerización de los alcanos sobre metales nobles no solo retienen un alto número de cetano, sino que mejoran en gran medida sus propiedades de flujo en frío (Xin *et al.*, 2018).

La HDO es una reacción exotérmica que puede afectar la estabilidad del cataliza-

dor, que además exhibe una separación de fases del producto cuando la temperatura supera los 80 °C. Así mismo, en estas condiciones térmicas, el hidrotamiento y la polimerización del biodiesel son reacciones competitivas; este efecto se acentúa a una temperatura superior a 200 °C y da lugar a la desactivación de los catalizadores. En general, la reducción de la temperatura y de la velocidad de calentamiento, así como el aumento de la velocidad de agitación tienen un impacto favorable en el hidrotamiento. Por esta razón, la HDO se favorece con el uso un reactor de tanque bien mezclado y con un volumen reducido, limitadas cantidades de catalizador, baja temperatura y tiempo de reacción suficiente (Xin *et al.*, 2018).

3.5.1. Catalizadores

La HDO convencional se lleva a cabo en fase líquida, entre 250 y 450 °C, con presión de H₂ que oscila desde 7,5 hasta 30 MPa. Los catalizadores utilizados en este proceso se pueden clasificar en seis grupos, que se describen brevemente a continuación.

a) Sulfuros de molibdeno:

Los catalizadores más comunes son los sulfuros de CoMo o NiMo. Hay dos inconvenientes principales de este sistema catalítico. Un inconveniente es que la alta presión de la HDO requiere una alta inversión de capital y altos costos operacionales. En este caso, el reto es lograr la hidrogenación completa de los compuestos alifáticos, evitando el consumo innecesario de H₂ en la reducción de los hidrocarburos aromáticos valiosos. El otro inconveniente es que los catalizadores de sulfuro requieren una co-alimentación de especies sulfuro para mantener su actividad, lo que provoca otros problemas graves para el funcionamiento del proceso. De esta forma, un escenario ideal sería llevar a cabo la HDO en presencia de H₂ a condiciones atmosféricas y con catalizadores alternativos a los sulfuros.

b) Metales nobles:

Los metales nobles como Ru, Pd, Pt, Re, y Rh han atraído la atención como catalizadores de hidrotamiento eficaces. Los estudios de metales nobles soportados se han centrado principalmente en el HDO de compuestos modelo. En comparación con los catalizadores a base de sulfuro, los metales nobles muestran un mejor rendimiento en relación con el nivel de producción de hidrocarburos y a la DO, pero muestran un mayor consumo de H₂. De los metales nobles soportados, el catalizador de Ru parece ser el más prometedor.

c) Metales económicos:

Los metales económicos como Ni y Cu también se han probado en la HDO de compuestos modelo.

d) Fosfuros metálicos:

Los fosfuros metálicos se han explorado para HDO de compuestos fenólicos (anisol y guayacol), y el Ni₂P ha sido el catalizador más activo para HDO.

e) Otros catalizadores metálicos.

f) Catalizadores bifuncionales:

Recientemente, los catalizadores bifuncionales, que incluyen una función metálica y una función ácida han demostrado una mejor actividad de HDO en comparación con el catalizador metálico correspondiente.

En general, los metales presentes en los catalizadores exhiben valencia cero, o aparecen como sulfuro, óxido y de otras formas, ya sea en forma mono o bimetalica. Por otra parte, los soportes incluyen carbono, SiO₂, TiO₂, ZrO₂, Al₂O₃, sílice-alúmina amorfa, zeolitas y aluminosilicatos mesoporos. Se ha documentado que TiO₂ y ZrO₂ exhiben una mayor actividad que Al₂O₃, la cual da lugar a la

formación de coque debido a su acidez y es inestable en presencia de grandes cantidades de agua. Para evitar estos problemas, los soportes neutros con mejor tolerancia al agua, tales como carbón activado, se han utilizado ampliamente en estudios recientes para hidrotamiento. Las zeolitas como HZSM-5, H β , HY, H-mordenita y H-ferrierita, y los materiales mesoporos como MCM-41 y SBA-15 se han utilizado para preparar catalizadores bifuncionales debido a su acidez y su característica de selectividad de forma, con una significativa mejora de las propiedades de difusión en el caso de los soportes mesoporos. La naturaleza, densidad y fuerza del sitio activo, sea Bronsted o Lewis, determinan en gran medida la actividad, selectividad y estabilidad catalíticas. Algunos otros catalizadores a base de ácidos fuertes también han sido evaluados, incluyendo SO₄²⁻/TiO₂, SO₄²⁻/ZrO₂ y SO₄²⁻/SnO₂. Así mismo, óxidos básicos (por ejemplo, MgO, CaO), óxidos de metales de transición (por ejemplo, NiO, ZrO₂, ZnO, TiO₂, Fe₂O₃, CeO₂, MnO₂) y óxidos binarios de metales de transición (por ejemplo ZrO₂/TiO₂, Mn₂O₃-CeO₂ y ZrO₂-CeO₂) también se han utilizado para el hidrotamiento. La adición de óxidos metálicos ácidos disminuye el rendimiento del combustible líquido y aumenta los rendimientos de gas y sólido; además, también catalizan las reacciones de decarboxilación aumentando así la producción de CO. A pesar de los avances logrados a la fecha en el entendimiento de los procesos catalíticos, aun no es posible generalizar y establecer correlaciones para la HDO que describan cualitativa y cuantitativamente la relación entre la naturaleza de la alimentación, la configuración del sitio activo y las condiciones de operación. Para lograr este entendimiento se requiere, a su vez, la optimización de otros parámetros operativos en la síntesis del catalizador como la adecuada selección del soporte, de metales activos y de promotores, así como el diseño y método de síntesis del catalizador. Además, la mayoría de las investigaciones se apoyan en el uso de soportes ácidos y solo hay un acotado entendimiento del

rol de los soportes básicos. También es necesario caracterizar apropiadamente la interacción entre el soporte y los metales activos y promotores para optimizar la eficiencia del catalizador.

3.6. Mecanismos para la conversión de aceites vegetales en sólidos ácidos.

Se han propuesto diversos mecanismos para la conversión de aceites vegetales sobre aluminosilicatos cristalinos (zeolitas) y amorfos, y también se ha documentado qué reacciones ocurren únicamente por efecto térmico. Los elementos más relevantes de mecanismos más aceptados en la literatura se describen de forma muy general a continuación.

Idem y col., (1996) estudiaron el rompimiento térmico del aceite de canola en un reactor continuo (P_{atm} , 300-500 °C, GHSV de 3,3-640 h⁻¹) y encontraron un notorio efecto de la temperatura, la GHSV y la presencia de vapor de agua. Estos autores propusieron que la conversión del aceite se inicia por una etapa de pirólisis que genera una gran cantidad de etileno, el cual se consume en etapas subsiguientes que incluyen la generación de hidrógeno (H₂) y el rompimiento secundario. Las reacciones de deshidrogenación son responsables de la producción de grandes cantidades de olefinas gaseosas C₂-C₄, las cuales son también una combinación de gases generados por reacciones de descarboxilación, descarboxilación y reacciones de rompimiento secundario. Finalmente, se obtienen hidrocarburos líquidos oxigenados, aromáticos y alifáticos.

Por otra parte, Katikaneni y col., (1995) propusieron un mecanismo para el aceite de canola sobre sílica-alúmina amorfa. En este caso, el proceso se inicia con una etapa térmica que rompe las moléculas de triglicérido en hidrocarburos alifáticos y moléculas oxigenadas pesadas. Estas moléculas participan en un proceso de rompimiento y desoxigenación para formar CO, CO₂ y olefinas de cadena corta, que luego se oligomerizan para

formar otras olefinas e hidrocarburos alifáticos. Estos hidrocarburos pueden generar una mezcla que también incluye hidrocarburos aromáticos mediante un mecanismo complejo de reacciones que incluyen isomerización, alquilación y aromatización o hidrocarburos gaseosos resultantes de rompimiento catalítico. El modelo también incluye dos posibles rutas de formación de coque: la polimerización de aromáticos y la condensación de las moléculas de aceite

Uno de los primeros mecanismos de rompimiento catalítico de aceite en zeolitas fue propuesto por Prasad y col., (1986) e incluyó 6 etapas principales:

- a) desoxigenación, que consiste en la descarboxilación y la deshidratación de la molécula de triglicérido en la superficie externa del catalizador;
- b) el rompimiento primario de las moléculas de mayor tamaño a través del mecanismo de abstracción de hidruro;
- c) la difusión de las cadenas más cortas a través de los poros del catalizador;
- d) las reacciones de rompimiento secundario para formar olefinas;
- e) la aromatización, isomerización y transferencia de hidrógeno para formar parafina y olefinas;
- f) la formación de coque.

Este mecanismo se ha complementado progresivamente con diversas contribuciones. Katikaneni y col., (1995) propusieron que en la etapa (d) las parafinas más cortas y las olefinas se oligomerizan, ciclizan e isomerizan para formar parafinas y olefinas C₂-C₂₀, así como compuestos aromáticos. Además, añadieron una última etapa (g), un proceso en competencia para la formación directa de coque a partir de la molécula del triglicérido.

Posteriormente, Idem y col., (1997) postularon que la etapa (a) es independiente

de la naturaleza del catalizador, y que en la etapa (d) la selectividad de forma de las zeolitas obstaculiza el rompimiento secundario de las cadenas cortas en los poros del catalizador. Por su parte, Leng y col., (1999) identificaron las etapas que favorecen a la fracción gasolina; sugirieron que las olefinas formadas en la etapa (d) se oligomerizan para producir una mezcla de alcanos y alquenos pesados, formando gasolina, queroseno y diésel.

Sobre las premisas anteriores, Benson y col., (2009) presentaron un mecanismo más completo para el rompimiento catalítico de aceites vegetales sobre zeolitas, que incluye las principales etapas y familias de reacciones antes descritas. De hecho, la contribución más importante de Benson y col. (2009) fue sugerir dos posibles rutas para iniciar el proceso. Una ruta (1) propone la adsorción de las moléculas de un aceite insaturado en el sitio ácido de la zeolita; después, el mecanismo ocurre a través de las etapas ya descritas. La otra ruta (2) propone en primer término la liberación de los ácidos grasos de la molécula del triglicérido y su posterior procesamiento, que corresponde a la conversión de las moléculas oxigenadas pesadas referidas previamente en la etapa (b).

3.6.1. Efecto de la composición de la materia prima en el mecanismo de reacción

Diversos trabajos en la literatura han reportado el efecto de la composición de la materia prima, incluyendo el estudio de mezclas con ácidos grasos libres, o la comparación con solo ácidos grasos libres (Ooi y col., 2005; Benson y col., 2009). Sin embargo, hay pocos trabajos sobre el estudio cinético de moléculas modelo asociadas a fosfolípidos. Debido a la diversidad de la composición de las mezclas usadas como materia prima, las comparaciones no son sencillas pero, en general, es claro que la composición de ácidos grasos, sin importar si se alimentan como ácidos grasos libres o

como ésteres unidos a una molécula de glicerol (triglicérido), tiene un notorio impacto en las reacciones superficiales catalíticas.

Un análisis detallado de los resultados en la literatura indica que los enlaces insaturados en las cadenas de carbono de los ácidos grasos pueden tener un notorio efecto en el proceso. Por ejemplo, Ooi y col. (2005) mostraron que una alimentación de ácidos grasos insaturados puede extender el tiempo que el catalizador permanece activo, si se compara con una materia prima rica en ácidos grasos saturados. En un trabajo reciente, Díaz de León y Sánchez Castillo (2016) documentaron la comparación de un estudio cinético con aceite de canola y lecitina con un 87,5% y 84% de ácidos grasos insaturados, respectivamente. De esta forma, se propuso que el proceso de rompimiento catalítico para el aceite de canola y la lecitina eran similares, dado que la composición de los ácidos grasos insaturados fue similar. Experimentalmente se observó una buena estabilidad catalítica en la conversión del aceite de canola, en consistencia con otros estudios reportados en la literatura. En base al contenido de ácidos grasos insaturados, también se esperaba una buena estabilidad en la conversión de lecitina; sin embargo, en las condiciones usadas en este estudio, se propició la formación de sólidos después de procesar 2 g de lecitina, probablemente asociados a la fosfatidilcolina y/o a productos de su degradación. Esta rápida desactivación del catalizador durante la conversión de lecitina sugirió la pertinencia de un pretratamiento térmico para fragmentar al aminoácido y el diglicérido; una vez separada esta mezcla, los diglicéridos podrían ser alimentados al sistema de reacción para generar la gama de productos representativa de los combustibles verdes.

3.6.2. Efecto de la velocidad espacial (WHSV) en el mecanismo de reacción

Solo algunos trabajos han documentado el efecto de WHSV en la conversión de

aceites vegetales. Por ejemplo, Prasad y col., (1986), reportaron que en el rompimiento catalítico de aceite de canola sobre HZSM-5, la conversión se incrementó hasta un 10% al disminuir la WHSV de 4 a 2 h⁻¹, sin encontrar efecto en la selectividad hacia hidrocarburos aromáticos. En otro estudio (Siswanto y col., 2008) se evaluó efecto de la WHSV (15 a 25 h⁻¹) en la conversión de aceite de palma sobre MCM-41; en este caso, la producción de gasolina se maximizó a WHSV 19.38 h⁻¹.

En el trabajo de Díaz de León y Sánchez Castillo (2016) se realizó un estudio detallado del efecto de la WHSV en las diferentes fracciones del producto observadas durante la conversión del aceite de canola. Los resultados documentaron que la WHSV tuvo un efecto en el rendimiento de CO y CO₂ que, mecanísticamente, son productos que se atribuyen a las rutas de reacción de descarbonilación y descarboxilación, respectivamente. La producción de CO y CO₂ está documentada ampliamente para el rompimiento catalítico de lípidos (Vonghia y col., 1995; Katikaneni y col., 1996; Ooi y col., 2005; Huber y col., 2007), pero pocos autores han reportado datos del efecto de WHSV en la producción relativa de CO y CO₂. Los datos reportados por Chen y col. (2010) indican que para valores de WHSV de 1 h⁻¹ la relación CO/CO₂ fue cercana a la unidad. En los datos reportados por Katikaneni y col. (1996) para una WHSV de 3.6 h⁻¹, el mecanismo de descarboxilación fue favorecido en mayor medida que el mecanismo de descarbonilación, debido probablemente al uso de un catalizador microporoso y a la presencia de vapor. Sin embargo, cuando la WHSV disminuyó a 1,8 h⁻¹, ambos mecanismos fueron favorecidos en la misma medida. Similarmente, Ooi y col. (2005), reportaron que en experimentos a WHSV de 2,5 h⁻¹ la relación CO/CO₂ fue alrededor de 2,5. Esta información sugiere que el mecanismo de descarboxilación es más lento, probablemente debido a que involucra más etapas que el mecanismo de descarbonilación. De ser el caso, es posible explicar el cambio observado en la

relación CO/CO₂ para los experimentos realizados en este trabajo a WHSV menores a 1 h⁻¹, en función del balance de dos efectos acoplados. Cuando se incrementa el tiempo de contacto entre el aceite y el catalizador (menor WHSV), se favorece el mecanismo más lento (descarboxilación). Por otra parte, al disminuir la WHSV la masa de aceite transformada por unidad de tiempo también disminuye y, por lo tanto, la cantidad de hidrógeno disponible en la superficie del catalizador también disminuye. Esta situación limita notoriamente la ocurrencia del mecanismo de descarbonilación, que requiere de H₂, a pesar de ser más rápido que el mecanismo de descarboxilación.

3.7. Mecanismo alternativo para conversión de aceites vegetales y fosfolípidos en sólidos ácidos.

Díaz de León y Sánchez Castillo (2016) postularon que la conversión de aceite de canola y lecitina sobre HMCM-41, es similar al proceso de conversión que ocurre sobre una zeolita que no presenta selectividad de forma. En consecuencia, y tomando en cuenta la distribución de productos observadas experimentalmente, la conversión del aceite de canola y de la lecitina sobre HMCM41 se describió con el mecanismo esquematizado en la Figura 4.

Los autores propusieron que el rompimiento inicial de la molécula de triglicérido puede ocurrir a través de cuatro procesos principales que ocurren paralelamente:

- a) El rompimiento térmico de la molécula de glicerol en el triglicérido.
- b) La desoxigenación sobre la superficie del catalizador.
- c) La adsorción de la molécula insaturada sobre un sitio ácido Brønsted justo en la insaturación (doble enlace) de los ácidos grasos, para dar inicio a los procesos característicos de cracking catalítico.

d) Condensación para formar coque de forma directa.

Las evidencias experimentales en las que se sustentó la propuesta anterior fueron las siguientes.

a) El rompimiento térmico del esqueleto de glicerol genera ácidos grasos libres, los cuales pueden participar posteriormente en las etapas de desoxigenación y rompimiento, hasta generar olefinas de bajo peso molecular, CO y CO₂. Esta etapa fue evidenciada por la liberación de los ácidos grasos identificados en los experimentos de conversión de aceite de canola a WHSV de 10 y 2,5 h⁻¹.

b) Las reacciones de desoxigenación liberan CO, CO₂, propano, e incluyen olefinas de longitudes de cadena entre C₁₄-C₁₇ que reaccionan rápidamente. En la experimentación se detectó la presencia de moléculas desoxigenadas C₁₆ y C₁₇ que se incluyó como la "fracción pesada" en la mezcla de productos líquidos.

c) La adsorción del éster de ácido graso en un sitio ácido del catalizador en el carbono donde se presenta una insaturación. Esta etapa se postuló debido a la presencia de mezclas racémicas en el análisis de los productos de reacción.

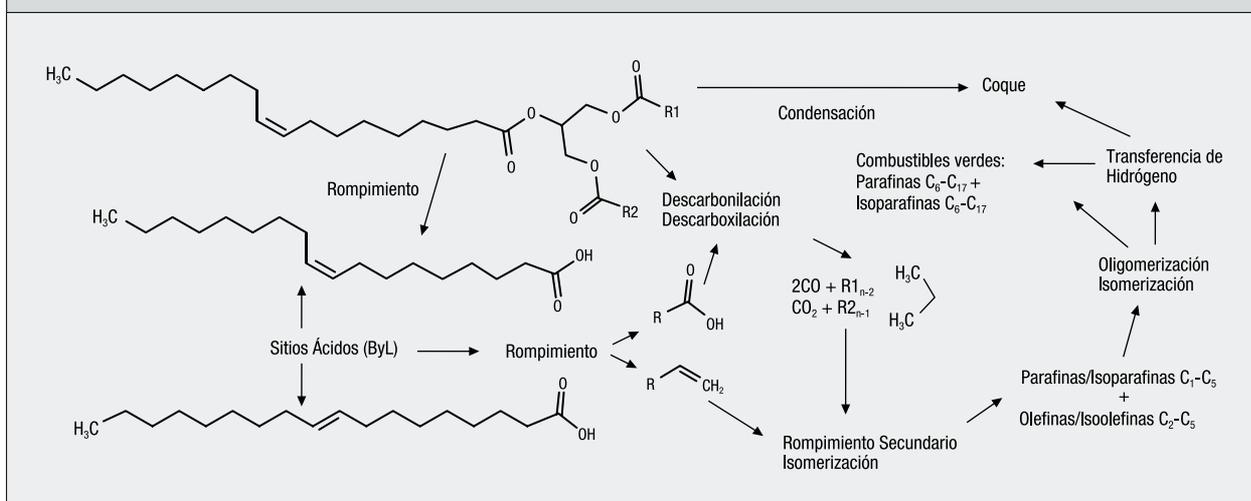
Es importante hacer notar que diversos trabajos en la literatura han documentado los procesos de iniciación de rompimiento catalítico de parafinas mediante la adición de pequeñas cantidades de olefinas en la alimentación, las cuales, al adsorberse sobre un sitio ácido tipo Bronsted, generan entonces los procesos típicos de la química de carbocatión que explican el rompimiento catalítico (Sánchez-Castillo y col., 2002, 2003, 2005). Por otra parte, la formación de mezclas racémicas se ha observado anteriormente en los productos de reacción de diversas olefinas sobre sitios ácidos (Pater y col., 1999). En el trabajo de Díaz de León y Sánchez Castillo (2016) las moléculas de triglicéridos alimentadas al sistema de reacción sólo contenían la conformación Z del éster de ácido graso. Sin embargo, las moléculas de ácidos grasos libres observadas en los productos de la conversión del aceite de canola incluyó una mezcla racémica de ácido Z-octadecenoico y del ácido E-octadecenoico, que se debió formar durante la reacción. De esta forma, se postuló que las moléculas de ácido Z-octadecenoico se adsorbieron en sitios ácidos Bronsted en la doble ligadura del C₉. Debido a la reversibilidad del proceso de adsorción, la molécula adsorbida puede tomar dos rutas. Una de las rutas es desorberse para generar la conformación E del ácido octadecenoico.

La otra ruta, inicia el complejo proceso de reacciones asociadas al rompimiento catalítico (oligomerización/escisión β, isomerización y transferencia de hidruro) que, en conjunto, puede dar lugar a una gran variedad de parafinas, olefinas y coque.

d) En las condiciones y tiempos de operación usados en ese estudio, no se evidenció la formación de coque, aunque es evidente que la familia de reacciones implicadas en el rompimiento catalítico conduce eventualmente a la formación del mismo.

Con respecto al rompimiento catalítico de un fosfolípido, se postuló que la parte más reactiva de la molécula, la unión de glicerol con los ácidos grasos y el aminoácido, se fragmentó inicialmente por efecto de la temperatura sobre la superficie del catalizador, generando un aminoácido y un diglicérido. Después, el aminoácido liberado contribuye a la formación del sólido carbonoso que bloquea la superficie del catalizador y, por lo tanto, el acceso a los sitios activos. Sin embargo, previo a esta condición, es posible generar la mezcla de hidrocarburos líquidos similar a la gasolina y al diésel, como la que se observa en el rompimiento catalítico del aceite de canola. Se enfatiza que la propuesta se soportó en el hecho de que

Figura 4 - Mecanismo alternativo para la conversión de lípidos sobre un catalizador ácido (Díaz de León Cabrero y Sánchez Castillo, 2016)



el sistema de reacción se validó para la conversión del aceite de canola en condiciones de reacción equivalentes, generando productos líquidos y gaseosos muy similares; por esto, se propuso que la química del proceso fue análoga entre ambas materias primas. Una estrategia posterior para el uso de fosfolípidos como materia prima para la producción de combustibles verdes, debe implicar una etapa de pretratamiento térmico. Este pretratamiento fragmentará al aminoácido y el diglicérido, y una vez separada esta mezcla, los diglicéridos generados podrán ser alimentados al sistema de reacción, esperando una gama de productos similar a la obtenida para el aceite de canola, sin el problema de desactivación observado a la fecha.

4. Retos y oportunidades en la conversión catalítica de lípidos

De esta descripción muy general se puede concluir que, para potencializar el desarrollo de nuevos enfoques y/o tecnologías alternativas para la producción industrial de biocombustibles y combustibles verdes se requiere, entre otros factores:

- Diversificar la materia prima, preferentemente residual, y desarrollar variedades genéticamente modificadas.
- Mejorar la tecnología de cultivo, así como el rendimiento en la producción de la planta y la extracción del aceite.
- Optimizar la conversión catalítica del aceite en combustibles verdes, mediante: el uso de catalizadores más selectivos y estables en las condiciones de procesamiento, la intensificación de operaciones y redes de energía.
- Validar la sustentabilidad de los nuevos proyectos con estudios técnico-económicos, que comparativamente muestren las ventajas con respecto a los convencionales.

e) Incrementar el apoyo financiero, público y privado, para facilitar el desarrollo del proceso.

4.1. Biorrefinerías cero residuos

En el proceso global de producción de biodiesel, la economía sigue siendo uno de los aspectos por resolver, ya que hasta el momento el balance no es favorable. La economía del proceso mejorará en la medida que el proceso se diseñe y se opere con base en el concepto de una "biorrefinería cero residuos". Por ejemplo, en el caso de la transesterificación de aceites vegetales se debe valorizar la biomasa residual que se obtiene en la etapa de extracción del aceite; una fracción de esta biomasa puede encontrar aplicación en la elaboración de alimento para animales y otra fracción en la producción de pellets energéticos. Además, el glicerol, que es el subproducto del proceso de transesterificación, se debe convertir a otros productos químicos de mayor valor agregado. Para este propósito, se desarrollan numerosos proyectos para optimizar las rutas de conversión del glicerol en bruto.

4.2. Materia prima

Uno de los principales retos es resolver si hay la extensión suficiente de tierra y la suficiente productividad de los cultivos de aceites vegetales no comestibles para satisfacer la demanda proyectada de biodiesel y de los combustibles verdes. En este sentido, "La Mesa Redonda sobre el Desarrollo Sostenible" establece una serie de directrices para la producción sustentable de cultivos intensivos utilizados como materia prima. Se ratifica que el uso de cultivos oleaginosos que crecen en tierras pobres, que no tienen otra aplicación comercial o que no requieren costos de cultivo elevado, puede ser materias primas muy adecuadas desde una perspectiva sustentable. De hecho, estos cultivos se usan ya para la producción de biocombustibles y combustibles verdes, pero su inconveniente es que no se

producen en cantidades suficientes para cubrir las demandas estimadas.

Por otra parte, la producción de biodiesel a partir de residuos como el de aceites vegetales agotados está ya optimizado y se han documentado convincentemente las ventajas ambientales que representa su empleo como bioenergético. La variación de la calidad y el costo asociado a los procesos de recolección de estos insumos son dos puntos focales que deben ser resueltos.

Otra materia prima alternativa de particular interés es la biomasa residual generada en diversos procesos de fermentación industrial. En la actualidad, existen una diversidad de procesos importantes desde la perspectiva industrial y económica que implican fermentaciones y, que una vez extraído el producto, generan biomasa residual que no recibe un tratamiento o aprovechamiento adecuado. Esta situación se identifica típicamente en:

- la industria de alimentos (p. ej., lácteos, nutracéuticos, licores, vinos, cervezas),
- la farmacéutica (p. ej., antibióticos, especialidades, proteínas) y la de energéticos (p. ej., biometano, bioetanol, butanol);
- más recientemente, es también el caso de la industria que busca reemplazos "verdes" para detergentes, limpiadores y empaques (Wenda y col., 2011; Iqbal y col., 2013).

Notoriamente, en todos estos procesos está implícita la generación de biomasa (Nielsen y col., 2002), la cual representa un nicho de oportunidad para desarrollar nuevos procesos que permitan su transformación en productos de alto valor agregado, como puede ser el caso de combustibles verdes. A la fecha, existen limitados estudios sobre el uso de este tipo de biomasa, o de moléculas modelo similares, que faciliten el entendimiento y la optimización de su empleo en la síntesis de combustibles verdes (Mrad

y col, 2013; Mussatto, 2013; Xiao y Anderson, 2013).

No se debe pasar por alto las investigaciones de carácter básico y aplicado orientadas a identificar o modificar diferentes variedades vegetales para optimizar su aplicación como bioenergético, sean aceites vegetales no comestibles o aceites de algas. Los avances que se logren en esta dirección contribuirán a garantizar el abastecimiento y la calidad de la materia prima. Algo similar ocurrirá cuando se optimice y se evalúe técnica y económicamente el co-hidroprocesamiento de aceites mixtos, constituidos por aceites vegetales y gasóleo al vacío.

4.3. Conversión catalítica

Es deseable que los sistemas catalíticos de hidrotratamiento se optimicen o den paso a nuevas formulaciones que favorezcan:

- Mayor actividad (velocidades de reacción) de DO y, específicamente, de HDO.
- Selectividades adecuadas para una fracción específica de combustibles verdes.
- Buena estabilidad (mínima formación de coque y alta tolerancia al agua y a los venenos en la alimentación).
- Bajo consumo de H₂ y pérdida de carbón mínimas.

Dado el gran potencial de los catalizadores bifuncionales para reemplazar otros catalizadores típicamente usados para HDO, se requiere de pruebas adicionales para la HDO en condiciones de flujo continuo. Por otra parte, el efecto de las condiciones de reacción en el rendimiento del catalizador (actividad, selectividad y estabilidad), no está completamente elucidada. Como se sabe, el desarrollo de relaciones cualitativas o cuantitativas de estas variables es muy valioso para guiar la optimización de estos procesos, para

lo cual se sugiere realizar estudios cinéticos de HDO con compuestos modelo. Sin embargo, existe una brecha de información entre los estudios realizados con modelos de un solo tipo de moléculas y la aplicación práctica, a nivel industrial de la HDO, que debe ser resuelta. Esta información es muy relevante para acelerar el desarrollo tecnológico del proceso.

También se requiere un mejor entendimiento de la desactivación del catalizador, basándose en la naturaleza de los sitios activos, la composición de la materia prima y las caracterizaciones detalladas del catalizador. Un mejor conocimiento de los mecanismos de desactivación del catalizador beneficiaría no sólo el diseño de catalizadores más activos, selectivos y estables, sino también el desarrollo de los procedimientos de regeneración de catalizadores adecuados y sencillos procesos de hidrotratamiento de la materia prima.

El avance en los sistemas catalíticos se puede impulsar a partir del conocimiento de las relaciones entre la estructura y la función catalítica y la aplicación de los procedimientos novedosos para sintetizar nuevas formulaciones catalíticas. Esta información, acoplada a otras herramientas más fundamentales como el diseño de catalizador a partir de principios de química cuántica, una caracterización adecuada de la configuración del sitio activo, la identificación de posibles productos intermedios de reacción y evaluaciones catalíticas *in-situ*, serán útiles para elucidar el mecanismo de reacción correspondiente. A su vez, esta información será la plataforma sobre la que fundamente la preparación de materiales con comportamiento catalítico mejorado, para la optimización de condiciones de reacción de hidrotratamiento, y para el desarrollo de procesos químicos alternativos.

4.4. Mecanismos de reacción

En los mecanismo implicados de rompimiento catalítico de lípidos para alcanzar

una determinada fracción de combustibles líquidos, es importante hacer notar que la ocurrencia preferencial de una determinada familia o secuencia de reacciones está determinada por: a) la naturaleza de la alimentación, b) la configuración del sitio activo, c) las condiciones de operación, principalmente la composición, la temperatura y la velocidad espacial. La complejidad y el número de reacciones involucradas en este tipo de sistemas no favorecen la descripción detallada de procesos elementales, sino más bien el desarrollo de modelos de *lumping* (agrupamiento) de reacciones. A pesar de las ventajas prácticas de este tipo de modelos para el diseño y simulación de equipos y procesos, limita el entendimiento necesario para establecer mecanismos más precisos y para guiar el diseño de nuevos o mejores catalizadores. Un enfoque paralelo que sí permite un entendimiento a nivel fundamental de los procesos involucrados implica el uso de modelos microcinéticos, desarrollados para describir el rompimiento de hidrocarburos de moléculas modelo en sitios ácidos Brönsted (Sanchez Castillo *et al.*, 2002, 2003, 2005). Estos modelos podrán facilitar a futuro la selección cualitativa de las condiciones de operación en las cuales ocurre preferentemente cada familia de reacciones.



Bibliografía

- Akoh, C., Chang, S.W., Lee, G.C., Shaw, J.F. Journal of Agricultural and food Chemistry, 55, 8995 – 9005, 2007
- Alaba, P.A., Sani, Y.M., Daud, W.M.A.W., Efficient biodiesel production via solid superacid catalysis: a critical review on recent breakthrough, RSC Advances, 6(82), 78351-78368, 2016.
- Albis, A., Parra, J., Sánchez, F. Revista de Ingeniería e Investigación, 25(2), 71–77, 2005.
- Ameen, M., Azizan, M.T., Yusup, S., Ramli, A., Yasir, M., Catalytic hydrodeoxygenation of triglycerides: An approach to clean diesel fuel production, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 80, 1072-1088, 2017.
- Arun, N. Sharma, R.V., Dalai, A.K., Green diesel synthesis by hydrodeoxygenation of bio-based feedstocks: Strategies for catalyst design and development, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 48, 240-255, 2015.
- Benson, T.J., Hernandez, R., White, M.G., French, W.T., Alley, E.E., Holmes, W.E., Thompson B.

- Heterogeneous cracking of unsaturated fatty acid and reaction intermediates on HZSM-5 catalyst; *Clean* 36(8), 2008.
- Benson, T.J., Hernandez, R., French, W.T., Alley, E.E., Holmes, W.E., Elucidation of the catalytic cracking pathway for unsaturated mono-, di-, and triacylglycerides on solid acid catalysts; *J. Molec. Catalysis*, 303 (1-2), 2009.
 - Chen, D., Tracy, N.I., Crunkleton, D.W., Price G.L., Comparison of canola oil conversion over MFI, BEA, and FAU; *App. Cat. A*, 384, 2010.
 - Díaz de León Cabrero, M. Sánchez-Castillo, M.A., Bases para la Conversión de Triglicéridos y Fosfolípidos en Combustibles Verdes usando catalizadores mesoporos, *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(1), 111-128, 2016.
 - Durisic-Mladenovic, N.L., Predojevic, Z.J., Skrbic, B.D., Conventional and advanced liquid biofuels, *Hemijaska Industrija*, 70 (3), 225-241, 2016.
 - Eller, Z., Varga, Z., Hancsok, J., Advanced production process of jet fuel components from technical grade coconut oil with special hydrocracking, *Fuel*, 182, 713-720, 2016.
 - Fennema, O. *Food Chemistry*, 2nd Edition. Editorial Acirbia, 230 – 238, 1993.
 - Ge, J.C., Yoon, S.K., Choi, N.J., Using Canola Oil Biodiesel as an Alternative Fuel in Diesel Engines: A Review, *Applied Sciences-Basel*, 7 (9), 881, 2017.
 - Gumba, R.E., Saallah, S., Misson, M., Ongkudon, C.M., Anton, A., Green biodiesel production: a review on feedstock, catalyst, monolithic reactor, and supercritical fluid technology, *Biofuel Research Journal*, 3 (3), 431-447, 2016.
 - Gutierrez-Antonio, C., Gomez-Castro, F.I., de Lira-Flores, J.A., Hernandez, S., A review on the production processes of renewable jet fuel, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 79, 709-729, 2017.
 - Jamil, F., Al-Haj, L., Al-Muhtaseb, A.H., Al-Hinai, M.A., Baawain, M., Rashid, U., Ahmad, M.N.M., Current scenario of catalysts for biodiesel production: a critical review. *Reviews In Chemical Engineering*, 34(2), 267-297, 2018.
 - Graça, I., Lopes, J.M., Cerqueira, H.S., Ribeiro, M.F., Bio-oils upgrading for second generation biofuels. *Ind Eng Chem Res*, 52,275–87, 2012.
 - Huber, G.W., Corma A., Synergies between Bio- and Oil Refineries for the Production of Fuels from Biomass; *Angew. Chem. Int. Ed.* 46., 2007.
 - Huber, G.W., Iborra, S., Corma A., Synthesis of Transportation Fuels from Biomass: Chemistry, Catalysts, and Engineering; *Chem. Rev.*, 106:9, 2006.
 - Idem, R.O., Katikaneni, S.P.R., Bakhshi N.N., Catalytic conversion of canola oil to fuels and chemicals: roles of catalyst acidity, basicity and shape selectivity on product distribution; *Fuel Proc. Tech.*, 51, 1997.
 - Iqbal, H., Kyazze, G., Keshavarz, T., Advances in the Valorization of Lignocellulosic Materials by Biotechnology: An Overview, *Bioresources*, 8(2), 3157, 2013.
 - Katikaneni, S.P.R., Adjaye, J.D., Bakhshi N.N., Performance of aluminophosphate molecular sieve catalysts for the production of hydrocarbons from wood-derived and vegetable oils; *Energy & Fuels*, 9, 1995.
 - Katikaneni, S.P.R., Adjaye, J.D., Bakhshi N.N., Catalytic Conversion of Canola Oil to Fuels and Chemicals Over Various Cracking Catalysts; *Canadian J. of Chem. Eng.*, 73, 1995.
 - Katikaneni, S.P.R., Adjaye, J.D., Idem, R.O., Bakhshi N.N., Catalytic Conversion of Canola Oil over Potassium-Impregnated HZSM-5 Catalysts: C2-C4 Olefin Production and Model Reaction; *Ind. Eng. Chem. Res.*, 35, 1996.
 - Knothe, G. *Journal of American Oil Chemists Society*, 83 (10), 823 – 833, 2006.
 - Kordulis, C., Bourikas, K., Gousi, M., Kordouli, E., Lycourghiotis, A., Development of nickel based catalysts for the transformation of natural triglycerides and related compounds into green diesel: a critical review, *Applied Catalysis B, Environmental*, 181, 156-196, 2016.
 - Kubicková, I., Kubicka D., Utilization of triglycerides and related feedstocks for production of clean hydrocarbon fuels and petrochemicals: A review; *Waste Biomass Valor*, 1, 2010.
 - Lee, I., Johnson, L.A., Hammond, E.G. *Journal of American Oil Chemists Society*, 72 (10), 1155-1160, 1995.
 - Li, X., Luo, X.Y., Jin, Y.B., Li, J.Y., Zhang, H.D., Zhang, A.P., Xie, J., Heterogeneous sulfur-free hydrodeoxygenation catalysts for selectively upgrading the renewable bio-oils to second generation biofuels, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 82, 3762-3797, 2018.
 - Liu, G.R., Yan, B.B., Chen, G.Y., Technical review on jet fuel production, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 25, 59-70, 2013.
 - Luo, Y., Zheng, Y., Jiang, Z., Ma, Y., Wei, D. *Applied microbial biotechnology*, 73 (2), 349 – 355, 2006.
 - Mangesh, G., Dalai A.K. *Industrial and Chemical Research*, 45(9), 2901-2913, 2006.
 - Mansir, N., Teo, S.H., Rashid, U., Saiman, M.I., Tan, Y.P., Alsultan, G.A., Taufiq-Yap, Y.H., Modified waste egg shell derived bifunctional catalyst for biodiesel production from high FFA waste cooking oil. A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 82, 3645-3655, 2016.
 - Mardhiah, H.H., Ong, H.C., Masjuki, H.H., Lim, S., Lee, H.V., A review on latest developments and future prospects of heterogeneous catalyst in biodiesel production from non-edible oils, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 67, 1225-1236, 2017.
 - Mazo, P., Galeano, L., Restrepo, G., Ríos, L. *Scientia et Technica*. No. 35, 461 – 465, 2007.
 - Meher, L.C.; Vidya S.D.; Naik, S.N., *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. New Delhi, India, 10(3), 248 – 268, 2006.
 - Mrad, N., Paraschiv, M., Aloiu, F., Varuvel E., Tazerout M., Naseallah S. D., Liquid hydrocarbon fuels from fish oil industrial residues by catalytic cracking; *Int. J. Energy Res.*, 37, 1036, 2013.
 - Mussatto S.I., Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *J. Sci. Food Agric*, 94, 1264, 2013.
 - Nielsen, J., Villadsen, J., Lidén G., *Bioreaction engineering principles*, Kluwer Academia, Second Edition, 2003.
 - Nieves-Soto, M., Hernández-Calderón, O., Guerrero-Fajardo, C., Sánchez-Castillo, M. A., Viveros-García, T., and Contreras-Andrade, I., Bio-diesel Current Technology: Ultrasonic Process a Realistic Industrial Application, *Book Chapter in Biodiesel - Feedstocks, Production and Applications*, Ed. Zhen Fang, INTECH., 2012.
 - Oh, Y.K., Hwang, K.R., Kim, C., Kim, J.R., Lee, J.S., Recent Developments and Key Barriers to Advanced Biofuels: A Short Review, *Bioresource Technology*, 257, 320-333, 2018.
 - Ong, YK., Bhatia S., The current status and perspectives of biofuel production via catalytic cracking of edible and non-edible oils; *Energy*, 35, 2010.
 - Ooi, Y.S., Zakaria, R., Mohamed, AR., Bhatia S., Catalytic conversion of fatty acids mixture to liquid fuels over mesoporous materials; *React. Kinet. Catal. Lett.* 84(2), 2005.
 - Othman, M.F., Adam, A., Najafi, G., Mamat, R., Green fuel as alternative fuel for diesel engine: A review, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 80, 694-709, 2017.
 - Prasad, Y.S., Bakhshi NN., Mathews., JF., Eager, L., Catalytic Conversion of Canola Oil to Fuels and Chemical Feedstocks Part II Effect of Co-feeding Steam on the Performance of HZSM-5 Catalyst; *Canadian J. Chem. Eng.*, 04, 1986.
 - Rao, TV., Clavero, MM., Makkee M., Effective gasoline production strategies by catalytic cracking of rapeseed vegetable oil in refinery conditions; *ChemSusChem*, 3, 2010.
 - Red Mexicana De Bioenergía, A.C, La Bioenergía en México: Situación actual y perspectivas, *Cuaderno Temático*, 4, 2011.
 - Schuchardt, U., Serchelf, R., Vargas, R.M. *Journal of Brazilian Chemists Society*, 9 (1), 199 – 210, 1998.
 - Shaw, J-F., Chang, S.W., Wu, T.T., Ju, H.Y., Akoh, C.C., Chang, R.H. *Energy and fuels.*, 22(1), 840 – 844, 2008.
 - Service R. F., *Science*, 32 (5901), 522 – 523, 2008.
 - Sousa, F.P., Silva, L.N., de Rezende, D.B., de Oliveira, L.C.A., Pasa, V.M.D., Simultaneous deoxygenation, cracking and isomerization of palm kernel oil and palm olein over beta zeolite to produce biogasoline, green diesel and biojet-fuel, *Fuel*, 223, 149-156, 2018.
 - Sanchez-Castillo, Marco A.; Agarwal, Nitin; Miller, Christian; Cortright, Randy D.; Madon, Rostam J.; Dumesic, J. A., Reaction Kinetics Study and Analysis of Reaction Schemes for Isobutane Conversion over USY Zeolite, *J. Catal.*, 205(1), 67, 2002.
 - Sanchez-Castillo, Marco A.; Agarwal, Nitin; Bartsch, A; Cortright, Randy D.; Madon Rostam J.; Dumesic, J. A., Reaction Kinetics Studies and Análisis of Isobutane Conversión over H-Mordenite and b-zeolite, *J. Catal.*, 218 (1), 88, 2003.
 - Sanchez-Castillo, M. A.; Madon, R. J.; Dumesic J. A. Role of Rare Earth Cations in Y Zeolite for Hydrocarbon Cracking, *J. Phys. Chem. B ASAP*, 109 (6), 3164, 2005.
 - Siswanto, DY., Salim, WS., Wibisono, N., Hindarso, H., Sudayanto, Y., Ismadij S., Gasoline production from palm oil via catalytic cracking using mcm-41: Determination of optimum condition; *ARPM J. Eng. App. Sci.*, 6(3), 2008.
 - Sotelo-Boyás, R., Liu, Y., Minowa T., Renewable diesel production from hydrotreating of rapeseed oil with Pt/zeolite and NiNo/Al2O3; *Ind. Eng. Chem. Res.*, 50, 2011,

- Sousa, F.P., Silva, L.N., de Rezende, D.B., de Oliveira, L.C.A., Pasa, V.M.D., Simultaneous deoxygenation, cracking and isomerization of palm kernel oil and palm olein over beta zeolite to produce biogasoline, green diesel and biojet-fuel, *FUEL*, 223, 149-156, 2018.
- Suganya, T., Varman, M., Masjuki, H.H., Renganathan, S., Macroalgae and microalgae as a potential source for commercial applications along with biofuels production: A biorefinery approach, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 55, 909-941, 2016.
- Talukder, M. M. R., Min Beatrice, K. L., Puay Song, O., Puah, S., Chuan Wu, J., Jae Won, C., Chow, Y., International Conference of Bioenergy Outlook, 22(1), 141 – 144, 2008.
- Twaiq, FAA., Zabidi, NAM., Mohamed, AR., Bhatia S., Catalytic conversion of palm oil over mesoporous aluminosilicate MCM-41 for the production of liquid hydrocarbon fuels; *Fuel Process. Technol.*, 84, 2003.
- Twaiq, FAA., Mohamad, AR., Bhatia S., Performance of composite catalysts in palm oil cracking for the production of liquid fuels and chemicals; *Fuel Proc. Tech.*, 85, 2004.
- Tiwari, P., Kumar, R., Garg, S. Transesterification, modeling and simulation of batch kinetics of non edible vegetables oils for biodiesel production. Department of chemical engineering, Kampur, India, 2006.
- Tuong, T., Tran V, Kaiprommarat, S., Kongpa-rakul, S., Reubroycharoen, P., Guan, G., Green biodiesel production from waste cooking oil using an environmentally benign acid catalyst. *Waste Manag.*, 52, 367-374, 2016.
- US Department of Energy, Monthly Biodiesel Production Report, Abril 2018, Washington DC, USA.
- Vasquez, M.C., Silva, E.E., Castillo, E.F., Hydro-treatment of vegetable oils: A review of the technologies and its developments for jet biofuel production, *Biomass & Bioenergy*, 105, 197-206, 2017.
- Vonghia, E., Boocock, DGB., Konar, SK., Leung A., Pathways for the deoxygenation of triglycerides to aliphatic hydrocarbons over activated alumina; *Energy & Fuels*, 9, 1995.
- Wan, S., Truong-Trieu, V.M.T., Ward, T., Whalen, J.K., Altosaar, I., Advances in the use of genetically modified plant biomass for biodiesel generation, *Biofuels Bioproducts & Biorefining*, 11(4), 749-764, 2017.
- Wenda, S., Illner, S., Mell, A., Kragl, U., Industrial biotechnology-the future of green chemistry?, *Green Chemistry*, 13 (11), 3007, 2011.
- www.afdc.energy.gov ; Alternative Fuels Data Center, US Department of Energy. USA.
- www.ambientum.com; Portal profesional del medio ambiente, España.
- www.biodisol.com; Energías alternativas, Energías renovables, Energías Limpias.
- www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy ; US Department of Energy, USA.
- www.iberceb.es; Nuevas Tecnologías. www.nrel.gov; National Renewable Energy Laboratory, US Department of Energy. USA.
- www.pemex.com; Petróleos Mexicanos, México.
- www.uop.com; Honeywell-UOP, USA.
- Xiao C. and Anderson CT., Roles of pectin in biomass yield and processing for biofuels. *Frontiers in Plant Science*, 4(67), 1, 2013.
- Yang, C.Y., Li, R., Cui, C., Liu, S.P., Qiu, Q., Ding, Y.G., Wu, Y.X., Zhang, B., Catalytic hydroprocessing of microalgae-derived biofuels: a review, *Green Chemistry*, 18(13), 3684-3699, 2016.
- Yilmaz, N., Atmanli, A., Sustainable alternative fuels in aviation, *Energy*, 140, 1378-1386, 2017.
- Zandonai, C.H., Bravo, C.A.O., Fernandes-Machado, N.R.C., Biofuel Production from Thermocatalytic Processing of Vegetable Oils: A Review, *Fuentes El Reventon Energetico*, 13(2), 83-101, 2015.
- Zaher, F., Gad, M.S., Aly, S.M., Hamed, S.F., Abo-Elwafa, G.A., Zahran, H.A., Catalytic Cracking of Vegetable Oils for Producing Biofuel, *Egyptian Journal of Chemistry*, 60 (2), 291-300, 2017.
- Zhao, C., Bruck, T., Lercher, J.A., Catalytic deoxygenation of microalgae oil to green hydrocarbons, *green Chemistry*, 15(7), 1720-1739, 2013.
- Zhao, X.S., Lu, G.Q., Millar G.J., Advances in mesoporous molecular sieve MCM-41; *Ind. Eng. Chem. Res.*, 35, 1996 ■



Instrumentación Chiza

**Soluciones integrales.
Respaldo, atención continua
y respuesta rápida.**

- Proyectos, diseños y desarrollos de ingeniería en sistemas de control y automatización industrial.
- Asesoramiento.
- Instalación de plantas.
- Normalización de montajes.
- Instalación y aplicación de instrumentos en sistemas, neumáticos, mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos.
- Mantenimiento preventivo de instrumentos.
- Reparaciones y recambio.
- Válvulas moduladoras de control y autorreguladores
- Válvulas de seguridad y alivio (todas las marcas y modelos)
- Modificaciones y adaptaciones técnicas.
- Contratos de "paradas de planta" programadas.



Instrumentación Chiza

**Eva Perón 438 (2154) Capitán Bermúdez / Tel/Fax:(0341) 4780586
e-mail:ichiazasrl@netcoop.com.ar / Nextel ID. 280 * 3488**

Aceites no convencionales



AUTOR: LAURA CASSIDAY

Material extraído de la edición de Junio 2018, volumen 29 (6) de la revista INFORM y publicado bajo la expresa autorización de los editores.

Resumen / Abstract

Cinco aceites vegetales dominan la producción mundial: palma, soja, canola (colza), girasol y palmiste (USDA, 2018). Aun así, a medida que crece la demanda global por aceites comestibles, se acelera la búsqueda de aceites novedosos o no convencionales. Son particularmente deseables los cultivos oleaginosos que prosperan en condiciones en las cuales la mayoría de las oleaginosas no lo pueden hacer, como suelos pobres o sequía. Numerosos países en vías de desarrollo se encuentran abocados a la búsqueda de nuevas plantas productoras de aceite que crecen con fuerza en sus climas y suelos nativos, a la vez que incrementan la prosperidad de los agricultores y reducen la dependencia del país de los aceites importados. Además, los inversores, fabricantes y consumidores están buscando aceites novedosos que exhiban propiedades promotoras de la salud o características funcionales únicas.

Los cinco aceites no convencionales descritos en este trabajo representan aceites prometedores o subutilizados que podrían expandir el repertorio de aceites vegetales disponibles para aplicaciones alimentarias, cosméticas o de producción de biodiesel. Sin embargo, cada aceite no convencional presenta sus propios desafíos que deben ser superados para posibilitar la producción y comercialización a gran escala.

Five vegetable oils dominate worldwide production: palm, soybean, canola (rapeseed), sunflower seed, and palm kernel (USDA, <https://tinyurl.com/vegoils2018>, 2018). Yet as the global demand for edible oils increases, the search for novel or unconventional oils accelerates. Particularly desirable are oil crops that flourish under conditions that most conventional oilseeds cannot, such as poor soil or drought. Many developing nations are seeking novel oil-producing plants that thrive in their native climate and soil, increasing the prosperity of farmers and reducing the nation's dependence on imported oils. In addition, investors, manufacturers, and consumers are looking for novel oils that have unique health-promoting properties or functional characteristics.

The five unconventional oils described in this paper represent promising or underutilized oils that could expand the repertoire of vegetable oils available for food, cosmetic or biodiesel production applications. However, non-conventional oil presents its own challenges that must be overcome to enable large-scale production and commercialization.

Palabras claves / Key words

Aceite de salvado de arroz; aceite de pistacho; aceite de pequi; aceite de jatrofa; aceite de allanblackia.

Rice bran oil; pistachio oil; pequi oil; jatropha oil; allanblackia oil.

• Aceite de salvado de arroz

El aceite de salvado de arroz se produce a partir de la cascarilla, o salvado, del arroz (*Oryza sativa*). Durante el proceso de molienda, el arroz integral se pule para retirar el salvado y generar el arroz blanco. Como el arroz blanco es un alimento básico en gran cantidad de países en todo el mundo, a nivel glo-

bal se producen más de 60 millones de toneladas métricas de salvado de arroz por año (Kahlon, T., 2009). Actualmente, la mayor parte de este subproducto se comercializa como forraje animal de bajo costo. El contenido de aceite del salvado de arroz es de aproximadamente 20 % (Shukla, H.S., and Pratap, A., 2017); sin embargo, el salvado de arroz sin tratar es inestable porque con-

tiene una enzima lipasa que degrada el aceite rápidamente. La lipasa se puede inactivar térmicamente, produciendo un salvado de arroz estabilizado con mayor vida útil (Kahlon, T., 2009).

Por lo general, el aceite se extrae del salvado de arroz estabilizado usando prensado mecánico o extracción por solvente con hexano o isopropanol, aunque

•••

- Cinco aceites vegetales dominan el mercado mundial: palma, soja, canola, girasol y palmiste.
- Sin embargo, cada vez se vuelven más populares gran cantidad de aceites vegetales nuevos, inusuales o subutilizados, como los de salvado de arroz, pequi, pistacho, allanblackia y jatrofa para satisfacer la demanda creciente por aceites comestibles y para la obtención de combustibles.
- Los aceites no convencionales con frecuencia se cosechan de plantas silvestres, por lo tanto su domesticación posiblemente mejorará la producción y las propiedades del aceite.

Tabla 1 - Composición de ácidos grasos (% de lípidos totales) de cinco aceites comestibles no convencionales y cuatro convencionales (palma, soja, canola, y oliva)

Aceite	Linoleico 18:2 (n-6)	α -linolénico 18:3 (n-3)	Oleico 18:1 (n-9)	Palmitico 16:0	Esteárico 18:0	Otros
Salvado de arroz ¹	33,4	1,6	39,1	16,9	1,6	7,4
Pequi ²	2,0	0,3	57,5	35,8	2,2	2,2
Pistacho ³	29,7	0,8	55,5	11,3	1,0	1,7
Allanblackia ⁴	0,4	--	39,4	3,2	56,8	0,2
Jatrofa ⁵	34,6	--	48,8	13,0	2,5	1,1
Palma ¹	9,1	0,2	36,6	43,5	4,3	6,3
Soja ¹	51,0	6,8	22,6	10,5	4,4	4,7
Canola ¹	19,0	9,1	61,7	4,3	2,1	3,8
Oliva ¹	9,8	0,8	71,3	11,3	2,0	4,8

¹ Base de datos de la composición de alimentos de la USDA/ARS

² Guedes, A.M.M., et al., 2017

³ Variedad Kerman; Ojeda-Amador, R.M., 2018

⁴ Crockett, S.L., 2015

⁵ Mariod, A., et al., 2017

se encuentran bajo investigación otros métodos como la extracción con dióxido de carbono supercrítico y la extracción asistida con microondas (Shukla, H.S., and Pratap, A., 2017). La refinación del aceite de salvado de arroz comprende los pasos de desgomado, neutralización, blanqueo, descerado y desodorización. Arawana, la marca líder de aceites comestibles en China (del grupo Wilmar International), desarrolló un proceso de desgomado enzimático a baja temperatura para que el aceite de salvado de arroz conserve los compuestos bioactivos, el γ -oryzanol y los fitosteroles (Wan, L., 2018).

Las composiciones de ácidos grasos del aceite de salvado de arroz y otros aceites se muestran en la Tabla 1. El aceite de salvado de arroz contiene aproximadamente 19 % de ácidos grasos saturados, 39 % de ácidos grasos monoinsaturados y 35 % de ácidos grasos poliinsaturados. El aceite también contiene componentes bioactivos menores como por ejemplo γ -oryzanol, tocoferoles, tocotrienoles y fitosteroles. Se ha demostrado que el γ -oryzanol, que es una mezcla de como mínimo 10 esteril ferulatos, exhibe actividad antioxidante y actividad reductora del colesterol LDL en modelos animales y humanos (Friedman, M., 2013). El aceite crudo de salvado de arroz contiene aproximadamente 15 g/kg de γ -oryzanol. Los tocoferoles y tocotrienoles, que son distintas formas de la vitamina E, también son antioxidantes y los fitosteroles pueden reducir los niveles de colesterol LDL en los seres humanos.

Varios ensayos clínicos a pequeña escala y estudios en animales han indicado que el aceite de salvado de arroz y las mezclas de aceite de salvado de arroz con otros aceites pueden tener efectos modestos pero significativos sobre los niveles de colesterol LDL (Friedman, M., 2013). Una revisión sistemática y meta-análisis de 11 ensayos aleatorios controlados descubrieron que el consumo de aceite de salvado de arroz redujo los niveles de colesterol LDL en un promedio de 6,91 mg/dl y los niveles de



colesterol total en un promedio de 12,65 mg/dl (Jolfaie, N.R., *et al.*, 2016). Solo en hombres, el aceite de salvado de arroz también incrementó las concentraciones de colesterol HDL en un promedio de 6,65 mg/dl. Hasta el presente no se conoce a ciencia cierta la causa de los efectos reductores del colesterol LDL del aceite de salvado de arroz, que se podrían asignar a la composición de ácidos grasos o a los componentes menores, como el γ -oryzanol o los fitosteroles.

Con un sabor suave y un punto de humo elevado (232 °C), el aceite de salvado de arroz resulta adecuado para los métodos de cocción de alta temperatura, como la fritura. Como el aceite de salvado de arroz es relativamente económico, mezclarlo con aceites más costosos, como el de sésamo y el de oliva, podría producir mezclas con precios más bajos y mejores propiedades como el punto de humo y el perfil de ácidos grasos. Los investigadores han producido mantecas con cero grasas *trans* que contienen componentes bioactivos usando la interesterificación catalizada por lipasa del aceite de salvado de arroz y la estearina de palma (revisada en Friedman, M., 2013).

El aceite de salvado de arroz no es un aceite novedoso pero está subutilizado. El aceite de salvado de arroz es usado comúnmente como aceite para cocción en países asiáticos como Japón, India y China, pero su popularidad se ubica muy atrás de otros aceites como los de palma y soja. Como subproducto de la molienda de arroz, el salvado de arroz es económico y se encuentra disponible rápidamente en gran cantidad de países asiáticos. La mayor producción y consumo de aceite de salvado de arroz podría reducir la fuerte dependencia de estos países de las importaciones de aceite comestible (por ejemplo, India importa 60 % de sus aceites comestibles).

Posiblemente, el mayor desafío que enfrenta el aceite de salvado de arroz se apoya en comunicar sus propiedades favorables a las compañías de alimentos, los restaurantes, y los consumidores

en medio de una abundancia de aceites competitivos.

• Aceite de pequi

El aceite de pequi proviene de los frutos de un árbol perenne, el pequi o nuez souari (*Caryocar brasiliense*); nativo de América del Sur y Central. El árbol produce frutos de color amarillo a naranja, fuertemente saborizados y con semillas espinosas (Guedes, A.M.M.). Los habitantes locales recogen los frutos cuando están maduros y caen al suelo, y los comercializan y utilizan para platos tradicionales, conservas y aceite (Figura 1). El mesocarpio del fruto del pequi contiene entre 36 y 66 % de peso seco de aceite (Guedes, A.M.M., 2017).

El método tradicional para la elaboración del aceite de pequi comprende la ebullición del fruto pelado en agua y con agitación. El aceite que sobrenada se espuma con un cucharón y se colecta. El aceite luego se seca con calentamiento y se filtra a través de una malla de algodón. El aceite resultante no es muy estable, pero conserva una gran cantidad de los compuestos bioactivos. Esta técnica tradicional consume mucho tiempo: la producción de 6 litros de aceite requiere hasta 2 días (Guedes, A.M.M., 2017). Además del método tradicional, el aceite

de pequi se puede extraer con solventes como la acetona, el etanol o el hexano. La extracción por solvente requiere el secado previo de la pulpa del fruto, y los solventes deben ser eliminados en la etapa final del procesamiento.

El aceite se puede producir a partir de la pulpa del fruto del pequi y del núcleo de la semilla; ambas tienen composiciones similares de ácidos grasos. El aceite de pequi contiene mayormente ácido palmítico (35-40 %) y ácido oleico (54-60 %). El alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) hace que el aceite resulte atractivo para aplicaciones alimentarias, cosméticas y oleoquímicas (Guedes, A.M.M., 2017). Además, el alto contenido de ácido palmítico hace que el aceite de pequi resulte adecuado para aplicaciones de margarina y mantecas. El principal triacilglicerol del aceite de pequi es el 2-óleo-dipalmitina (POP), que también se encuentra presente en la manteca de cacao y es altamente responsable de su funcionalidad. La industria de las confecciones está interesada en encontrar nuevas fuentes de POP para su uso como equivalentes de la manteca de cacao (Guedes, A.M.M.). Hasta cierto punto, la composición de triacilgliceroles en el aceite de pequi depende de la ubicación y las especies del árbol. El aceite de pequi contiene hasta 246 μ g de carotenoides por gramo,

Figura 1. Frutos maduros de pequi a punto de caer al piso, de donde son recogidos. Foto: Shutterstock



que actúan como antioxidantes (Guedes, A.M.M., 2017).

El aceite de pequi presenta una composición de ácidos grasos similar a la del aceite de palma (Tabla 1). “Aunque existen algunas similitudes entre el aceite de palma y el aceite de pequi, el sabor y el aroma son completamente diferentes” dijo Andréa M.M. Guedes, investigadora en la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria en Río de Janeiro, Brasil. “El aceite de pequi tiene un sabor fuerte y dulce generado por los volátiles naturales y el proceso de extracción. Durante la extracción se aplica calor y se pueden formar nuevos componentes de sabor”.

En los climas tropicales, se produce la separación de fases del aceite de pequi a temperatura ambiente causada por los niveles elevados de ácidos palmítico y oleico. Guedes y sus colegas descubrieron que esta propiedad no deseada se puede resolver con interesterificación química, que produce una nueva grasa *cero trans* con distintas propiedades de cristalización y fusión (Guedes, A.M.M., 2017). El aceite interesterificado exhibe un amplio rango de funcionalidad a temperatura ambiente y a temperaturas frías. Además, el aceite de pequi se puede modificar enzimáticamente para incorporar ácido esteárico en la posición sn-1,3 de los triacilglicérols, produciendo una grasa similar a la manteca de

cacao. Según Guedes, los investigadores ahora están trabajando en el fraccionamiento del aceite de pequi, o la separación de la estearina de la oleína.

Estudios realizados con animales han indicado que el aceite de pequi puede tener propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Guedes, A.M.M., 2017). Sin embargo, se necesitan más investigaciones relacionadas con los efectos del aceite de pequi sobre los parámetros de la salud humana, como también una mayor caracterización completa de los compuestos bioactivos presentes en el aceite.

En Brasil, en el año 2011 se produjeron aproximadamente 7.027 toneladas de frutos de pequi provenientes de 2 de las principales especies (Guedes, A.M.M., 2017). Como el árbol del pequi aún no ha sido domesticado, la producción resulta a partir de árboles que crecen naturalmente en su hábitat. Actualmente, la cantidad de árboles de pequi no son suficientes para satisfacer la creciente demanda (Guedes, A.M.M., 2017). Algunas comunidades han plantado plántulas, y se están investigando los injertos y otras prácticas agronómicas para promover la productividad.

Actualmente, no existen instalaciones a gran escala para la producción o el procesamiento del aceite de pequi, comentó Guedes. Los pequeños productores en Brasil forman cooperativas para producir y comercializar el aceite. “La industria a gran escala no ha mostrado interés por procesarlo”, dijo Guedes. “Sin embargo, la industria de los cosméticos ha adquirido y procesado aceite de pequi para su uso en productos para el cabello”.

• Aceite de pistacho

El aceite de pistacho proviene de nueces del árbol *Pistacia vera*, que se originó en Medio Oriente y Asia. Los pistachos han sido cultivados en estas regiones por milenios, y más recientemente en California. En 2014, Irán fue el mayor productor de nueces de pistacho del

mundo (415.000 toneladas), seguida por los Estados Unidos (230.000 toneladas) (Ojeda-Amador, R.M., 2018). Los pistachos son snacks populares y componentes de alimentos como por ejemplo los helados y las confecciones. Las nueces son ricas en aceite, y su contenido de aceite es de aproximadamente 50 %. El aceite virgen de pistacho presenta un color amarillo-verde y tiene un sabor fuerte pero placentero (Figura 2).

En algunos países de Oriente Medio y Europa, el aceite de pistacho se utiliza mayormente como aderezo para ensalada o aceite gourmet. También se utiliza para aplicaciones cosméticas. Como gran cantidad de consumidores desean aceites levemente procesados, particularmente dentro del mercado gourmet, para la producción de aceites vírgenes de pistacho se utiliza más comúnmente el prensado mecánico que la extracción por solvente (Ojeda-Amador, R.M., 2018).

El aceite virgen de pistacho es rico en ácido oleico, y el ácido linoleico es el segundo ácido graso más prevalente (Tabla 1). El aceite contiene aproximadamente 12 % de ácidos grasos saturados, 56 % de ácidos monoinsaturados y 31 % de ácidos grasos poliinsaturados. Existen diferencias sustanciales entre las variedades de aceite de pistacho, y la variedad Kerman, que es la más común, exhibe un mayor contenido de ácido linoleico (29,7 %) y un menor contenido de ácido oleico (55,5 %) que otras variedades, por ejemplo la Lanarka (12,8 % de ácido linoleico y 73,6 % de ácido oleico) (Ojeda-Amador, R.M., 2018).

El contenido de fitosteroles también varía significativamente entre las variedades del pistacho (3.200-7.600 mg/kg), pero es más elevado que el del aceite de oliva (1.100-2.100 mg/kg) (Ojeda-Amador, R.M., 2018). El aceite de pistacho es rico en γ -tocoferol (550-720 mg/kg), una isoforma de vitamina E que aparentemente es un antioxidante más eficiente que el α -tocoferol para los lípidos alimenticios. El aceite de pistacho también es una buena fuente de otros antioxidan-

Figura 2 - Aceite y nueces de pistacho
Foto: Shutterstock



tes, como los compuestos fenólicos y los carotenoides. El aceite de pistacho tiene un aroma característico otorgado por los compuestos volátiles como los terpenos (α -pineno predominantemente).

Los pistachos, como varias nueces, han mostrado efectos beneficiosos para la salud cuando son consumidos por los seres humanos, como por ejemplo niveles reducidos de colesterol LDL. Sin embargo, el aceite de pistacho no ha sido bien estudiado en la clínica. El alto contenido de ácido oleico del aceite de pistacho, que es similar al del aceite de oliva, como también sus componentes antioxidantes y antiinflamatorios, justifican la investigación del potencial cardioprotector y otros beneficios.

Un panel sensorial capacitado describió los atributos del aceite de pistacho indicando su apariencia verde intensa; un marcado aroma y sabor a pistacho; el sabor dulce, ni amargo ni picante; y una sensación aceitosa en la boca (Ojeda-Amador, R.M., 2018). Aunque no es desagradable, el fuerte sabor del aceite de pistacho puede limitar su uso para algunas aplicaciones. Como tal, el aceite de pistacho probablemente quede como un aceite de nicho, producido en cantidades reducidas por molinos artesanales y comercializado principalmente en los mercados gourmet y de alimentos saludables.

• Aceite de allanblackia

El aceite de allanblackia se produce a partir de las semillas del árbol allanblackia (típicamente la *Allanblackia parviflora*, *A. floribunda*, o *A. stuhlmannii*). Dicho árbol crece en el cinturón de lluvias tropicales de África, desde Guinea en el oeste hasta Tanzania en el este. Nombrada en honor del botánico escocés Allan Black (1832–1865), la allanblackia es un árbol perenne que produce frutos grandes de color marrón que pesan hasta 7 kg y contienen 40-50 semillas. El árbol comienza a dar frutos aproximadamente a los 8 años de edad

y continúa haciéndolo por más de 50 años. Un árbol individual de allanblackia puede producir hasta 300 frutos por año, con un promedio de 100-150. Las semillas descascaradas y secas contienen hasta 70 % de aceite.

A fines del siglo XIX, colonos franceses, belgas e italianos en África identificaron y estudiaron numerosas oleaginosas alternativas (Crockett, S.L., 2015). Más tarde, durante la Primera Guerra Mundial el aceite de allanblackia se utilizó como sustituto de la manteca de cacao en la producción de chocolate. Durante las décadas del 1970 y 1980, el aceite de allanblackia se exportó en cantidades reducidas a Europa, pero los suministros nunca fueron suficientes para satisfacer la demanda. Los habitantes locales utilizan el aceite para cocinar y fabricar jabón.

Las semillas de allanblackia son predominantemente cosechadas de los árboles que crecen en su hábitat natural. Cuando los frutos están maduros, los mismos caen al suelo. Los cosechadores recogen los frutos y extraen y limpian las semillas de forma manual. En forma previa a la extracción de aceite, las semillas se deben secar al sol durante 1-2 semanas. Después de transportarlas al molino, por ejemplo el molino aceitero de allanblackia, en Tanga, Tanzania, las semillas se prensan y el aceite crudo se filtra y almacena a 40-45 °C para que se mantenga líquido. La torta remanente, que contiene fibras y aceite residual, se puede utilizar como fuente de energía renovable en el molino. Después de llegar a su destino de producción, el aceite crudo se puede refinar para eliminar los ácidos grasos libres y los malos sabores.

El aceite de allanblackia contiene una mezcla única de ácidos grasos que lo convierten en una excelente grasa estructurante para alimentos como las margarinas. El aceite presenta un contenido de ácido esteárico inusualmente elevado, por encima de 50 % (Tabla 1), que lo vuelve sólido a temperatura ambiente. El aceite de allanblackia

se compone de unos pocos triglicéridos derivados de los ácidos palmítico, oleico y esteárico. El punto de fusión del aceite es 34 °C y exhibe un comportamiento de fusión muy empinado, que lo vuelve muy útil para alimentos como las margarinas sin modificación o fraccionamiento adicional. Los compuestos bioactivos menores quedan por ser completamente caracterizados; sin embargo, el aceite crudo de allanblackia contiene tocoferoles, derivados de la benzofenona y las xantonas (Crockett, S.L., 2015). Aún no se han estudiado los efectos del aceite de allanblackia sobre la salud, pero el ácido esteárico no eleva los niveles de colesterol LDL como lo hacen otros ácidos grasos saturados, como el ácido palmítico.

En 2002, Unilever, varias agencias de investigación africanas, agricultores y organizaciones no gubernamentales se asociaron para establecer el proyecto Novella África para incrementar la producción del aceite de allanblackia. Unilever estimó que la demanda del mercado por aceite de allanblackia podría exceder 100.000 toneladas por año, sin embargo en 2013 solo se produjeron aproximadamente 210 toneladas de aceite (Ofori, D., et al., 2013). El factor subyacente del déficit es la cantidad insuficiente de árboles silvestres, combinado con un comportamiento de floración y fructificación errático.

La asociación del proyecto Novella promueve el cultivo extendido y la domesticación de los árboles de allanblackia para satisfacer la demanda mundial de este aceite. El compromiso de Unilever para adquirir aceite de allanblackia garantiza una cadena de suministro estable, que estimula a los agricultores locales a cultivar las semillas. También bajo el proyecto Novella Africa, los esfuerzos de investigación se focalizaron en analizar la diversidad genética de la allanblackia, seleccionando plantas superiores, estableciendo bancos de genes, y determinando las mejores prácticas de propagación y cultivo de árboles (Ofori, D., et al., 2013).

En 2007, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria declaró que el aceite de *allanblackia* es aceptable para consumo humano en “untables basados en grasa amarilla y crema” (Crockett, S.L., 2015). En septiembre de 2014, Unilever lanzó su marca de margarina “Becel Gold” en Suecia, que contiene aceite de *allanblackia*.

• Aceite de jatrofa

La *Jatropha curcas* es un árbol floreciente y pequeño que es nativo de Méjico y América Central. Hoy, el arbusto se cultiva en todo el mundo en las zonas tropicales y subtropicales. Las vainas de jatrofa contienen 3 semillas, las que tienen un contenido promedio de aceite de 46,4 % (Mariod, A., *et al.*, 2017) (Figura 3). El aceite de jatrofa no es comestible por la presencia de ésteres de forbol que son tóxicos, pero se puede procesar para la producción de biodiesel de primera calidad.

Los árboles de *J. curcas* comienzan a producir aproximadamente al año de edad y tienen una expectativa de vida de 40 años. La planta es resistente a la aridez y puede crecer en casi cualquier tipo de suelo, volviéndola invasiva en gran cantidad de zonas. La capacidad aparente de la jatrofa para desarrollarse en tierras marginales hace que la planta

resulte muy atractiva para aplicaciones de producción de biodiesel, ya que el cultivo no compite por tierras de cultivo con los cultivos alimenticios. En condiciones óptimas, la jatrofa tiene un rendimiento estimado de 2.270 l de biodiesel de primera calidad por hectárea, en comparación con los 540 l por hectárea del aceite de soja y los 7.130 l por hectárea del aceite de palma (Bayer CropScience, Inform, 2008).

El aceite de jatrofa contiene ácidos oleico (44,8 %), linoleico (34,6 %), palmítico (13 %) y esteárico (2,5 %) (Mariod, A., *et al.*, 2017) (Tabla 1). El aceite también contiene una proteína denominada curcina, que es similar a la ricina de las semillas de ricino pero es mucho menos tóxica (King, A.J., *et al.*, 2009). La toxicidad del aceite de jatrofa principalmente se ha vinculado a los ésteres de forbol, que son purgantes, toxinas cutáneas y posibles promotores de tumores. La presencia de ésteres de forbol y otras potenciales toxinas en la harina de la semilla obtenida a partir de la extracción de aceite imposibilita su uso en forrajes para animales, aunque la calidad de la proteína es comparable a la de la soja. Aún no se han identificado enfoques costo-efectivos para la desintoxicación de la harina. Sin embargo, en México existen algunas variedades comestibles de jatrofa, producidas naturalmente.

El aceite cuenta con parámetros favorables para el desempeño del biodiesel, incluyendo la viscosidad, la densidad, el punto de inflamación, el índice de turbidez y el número de cetanos. En la producción de biodiesel, el aceite de jatrofa se transesterifica con metanol para producir ésteres metílicos de ácidos grasos. En 2004, un automóvil Mercedes Benz modificado que fue impulsado con biodiesel de jatrofa recorrió 5.900 km (3.666 millas) en la India, con mucha publicidad (Bayer CropScience, Inform, 2008). En 2008, los investigadores en Daimler Chrysler, Archer Daniels Midland, y Bayer CropScience emprendieron un proyecto conjunto para explorar el combustible a partir de jatrofa para su uso

en automóviles. Y entre 2008-2011, las aerolíneas de Nueva Zelanda, Estados Unidos, México y China realizaron vuelos de prueba exitosos usando mezclas de aceite de jatrofa con combustible de aviación convencional en un motor.

En la década del 2000, la jatrofa se promovió ampliamente como el “cultivo maravilla” que podría crecer fuertemente en páramos con muy poca agua y traer prosperidad a los agricultores empobrecidos en las naciones en vías de desarrollo. Como resultado, en 2009 se cultivaron 2,5 millones de hectáreas de jatrofa en India y China (King, A.J., *et al.*, 2009). Sin embargo, desde 2011 ha prevalecido el escepticismo. Los agricultores descubrieron que aunque la jatrofa puede crecer en tierras marginales con muy poca agua, los rendimientos de aceite son paupérrimos (5 veces menor o menos que en las condiciones óptimas). Por lo tanto, la jatrofa compite con los cultivos comestibles por tierra, agua y otros recursos, reiniciando el debate “alimento versus combustible”. Además, el análisis de ciclo de vida pronosticó que despejar los bosques tropicales para cultivar jatrofa en realidad resultaría en un incremento neto de las emisiones de gases de efecto invernadero durante un período de 20 años en comparación con la producción y el uso de combustibles fósiles (Romijn, H.A., 2011).

Según Promode Kant, director del Instituto de Economía Verde en Nueva Delhi, India, los gobiernos de China e India han retirado todo el apoyo a la jatrofa como biocombustible. “Las plantaciones de jatrofa que surgieron en la primera década de este siglo han sido más o menos abandonadas”, dijo. “Muy pocas sobreviven en zonas aisladas de la India, más por inercia que por otra cosa. Las instalaciones para la extracción de aceite que fueron montadas específicamente para las semillas de jatrofa también han sido abandonadas o convertidas para su uso con otras oleaginosas”.

En un artículo de opinión publicado en la revista *Environmental Science &*

Figura 3 - *Jatropha curcas*, también conocida como nuez de Barbados. Foto: Shutterstock



Technology titulado “The extraordinary collapse of jatropha as a global biofuel.” (El extraordinario colapso de la jatrofa como biocombustible global), Kant y Shuirong Wu de la Academia China de Forestación (Pekín, China) describieron el programa masivo de cultivo de escala sin precedentes para la jatrofa en India, China, Tanzania y otros países en vías de desarrollo (Kant, P., and Wu, S., 2011). Cuando la producción de semillas cayó por debajo de las expectativas, y los precios del petróleo bajaron, colapsó el mercado de la jatrofa, “trayendo miseria a millones de las personas más pobres en el del mundo”, escribieron los autores. “Aparentemente es un caso extremo de un enfoque bien intencionado de mitigación climática de arriba hacia abajo, emprendido sin la adecuada preparación e ignorando los conflictos de interés...”

La jatrofa puede servir mejor como un cuento con moraleja sobre los peligros de publicitar e invertir fuertemente en un aceite novedoso sin la adecuada investigación y la debida diligencia. No obstante, el caso de la jatrofa como biocombustible no es un caso totalmente perdido. Hoy, algunas personas en comunidades aisladas en el sur y el este de África utilizan el aceite para proporcionar energía a sus hogares. Y con tiempo e investigación, la jatrofa se podría optimizar, como los cultivos convencionales, mediante la reproducción selectiva, la modificación genética o la edición de genes. Usando estas herramientas se podría mejorar el rendimiento de la semilla y el contenido de aceite. Para permitir el uso de las tortas de prensado de jatrofa en forraje para animales, se podrían alterar los genes en la vía del éster de forbol, o se podrían explorar aún más las variedades de jatrofa que naturalmente no son tóxicas.

• Domesticación de los cultivos oleaginosos nuevos

Aunque los cultivos oleaginosos no convencionales ofrecen propiedades y funcionalidades nuevas y excitantes, les faltan los años de investigación, mejoras

y experiencia que se han invertido en las oleaginosas convencionales. Solo el tiempo dirá si es posible que un aceite inusual pueda desplazar a un aceite convencional probado y verdadero, o si el aceite simplemente expandirá el repertorio de aceites comestibles para distintos lugares, niveles de precio, o propósitos. La producción a gran escala de cualquier aceite nuevo ciertamente requerirá su domesticación de las plantas silvestres.

Resulta interesante que los científicos de la Universidad de Copenhague y de Bayer CropScience recientemente hayan modificado a la mostaza, un familiar cercano de la canola, para que ya no produzca las proteínas defensivas amargas que le otorgan el sabor fuerte a la mostaza (y al aceite de mostaza) (Nour-Eldin, H.H., et al., 2017). Usando la modificación genética dirigida, los investigadores hicieron que las plantas de mostaza carezcan de estos compuestos en las semillas pero que se expresen en el resto de la planta para que se pueda defender de los herbívoros y patógenos. La planta de mostaza modificada puede crecer en climas más cálidos y secos que la que requiere la canola, permitiendo su cultivo en zonas que no son adecuadas para los cultivos oleaginosos convencionales. Ya se han realizado ensayos de campo de gran tamaño. Posiblemente se podría usar un abordaje similar para otros cultivos oleaginosos no convencionales en todo el mundo.

Laura Cassidy es editora asociada de *Inform in American Oil Chemists' Society (AOCS)*.

• Referencias

- Bayer CropScience (2008) “Jatropha: examining the future promise of this oil.” *Inform* 19, 834–836.
- Crockett, S.L. (2015) “Allanblackia oil: phytochemistry and use as a functional food.” *Int. J. Mol. Sci.* 16, 22333–22349. <https://doi.org/10.3390/ijms160922333>, 2015
- Friedman, M. (2013) “Rice brans, rice bran oils, and rice hulls: composition, food and industrial uses, and bioactivities in humans, animals, and

cells.” *J. Agric. Food Chem.* 61, 10626–10641. <https://doi.org/10.1021/jf403635v>

- Guedes, A.M.M. “Pequi oil.” *AOCS Lipid Library*. <https://tinyurl.com/lipid-library-pequi>.
- Guedes, A.M.M., et al. (2017) “Pequi: a Brazilian fruit with potential uses for the fat industry.” *OCL* 24, D507. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017040>
- Guedes, A.M.M., et al. (2017) “Length-sale specific crystalline structural changes induced by molecular randomization of pequi oil.” *J. Oleo Sci.* 66, 469–478. <https://doi.org/10.5650/jos.ess16192>
- Jolfaie, N.R., et al. (2016) “Rice bran oil decreases total and LDL cholesterol in humans: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials.” *Horm. Metab. Res.* 48, 417–426. <https://doi.org/10.1055/s-0042-105748>
- Kahlon, T.S. (2009) “Rice bran: production, composition, functionality and food applications, physiological benefits.” In: Choo, S.S., and Samuel, P., Eds. *Fiber ingredients: food applications and health benefits*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group LLC.
- Kant, P., and Wu, S. (2011) “The extraordinary collapse of jatropha as a global biofuel.” *Environ. Sci. Technol.* 45, 7114–7115. <https://doi.org/10.1021/es201943v>
- King, A.J., et al. (2009) “Potential of Jatropha curcas as a source of renewable oil and animal feed.” *J. Exp. Bot.* 60, 2897–2905. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp025>
- Mariod, A., et al., Eds. (2017) “Jatropha curcas L. seed oil.” In: *Unconventional Oilseeds and Oil Sources*. Cambridge, MA: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809435-8.00031-7> Nour-Eldin, H.H., et al. (2017) “Reduction of antinutritional glucosinates in Brassica oilseeds by mutation of genes encoding transporters.” *Nature Biotechnol.* 35, 377–382. <https://doi.org/10.1038/nbt.3823>, 2017
- Ofori, D., et al. (2013) “Allanblackia species: a model for domestication of high potential tree crops in Africa.” *Acta Hort.* 979, 311–317. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.979.32>
- Ojeda-Amador, R.M., et al. (2018) “Composition and properties of virgin pistachio oils and their by-products from different cultivars.” *Food Chem.* 240, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.087>, 2018
- Romijn, H.A. (2011) “Land clearing and greenhouse gas emissions from Jatropha biofuels on African Miombo Woodlands.” *Energy Policy* 39, 5751–5762. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.041>
- Shukla, H.S., and Pratap, A. (2017) “Comparative studies between conventional and microwave assisted extraction for rice bran oil.” *J. Oleo Sci.* 66, 973–979. <https://doi.org/10.5650/jos.ess17067> United States Department of Agriculture (USDA). “Oilseeds: world markets and trade.” April 10, 2018. <https://tinyurl.com/vegoils2018>. Wan, L. (2018) “China rice bran oil debuts in Japan to take on domestic brands.” *FoodNavigator-asia.com*, January 18, 2018. <https://tinyurl.com/FoodNavArawana> ■

Porque evolucionar es lo que nos motiva,
en el marco de los 50 años de trayectoria
en el mercado, renovamos nuestra
imagen y sitio web.

MIGNANI

Servicios
Industriales



Nuevo portal web

Más amigable, funcional, con
información actualizada de
nuestros productos y servicios.

Contáctese con nuestros
asesores, desde cualquier
dispositivo.

www.mignanisrl.com.ar



Mendoza 3242/46 - Rosario, Santa Fe.
Telefax: (0341) 4309090 y rotativas
Fax: (0341) 4396468 / 0800 555 7576
ventas@mignanisrl.com.ar



50 años
en el
mercado.

Aspectos importantes relacionados con la seguridad de las plantas de hidrogenación de aceites vegetales



AUTOR: RENATO DORSA
E-mail: dorsa.engenharia@gmail.com

Trabajo original preparado especialmente para A&G.

Resumen / Abstract

Dado que se trabaja con un producto altamente inflamable, como lo es el caso del hidrogeno, el proceso de hidrogenación de aceites vegetales requiere prestar especial atención a los aspectos que se describen en esta presentación.

Given that a highly flammable product is used, in the case of hydrogen, the hydrogenation process requires special attention to the points described in the following work.

Palabras claves / Key words

Hidrogenación; seguridad; hidrógeno; HAZOP; equipamiento. *Hydrogenation; safety; hydrogen; HAZOP; equipment.*

1. Seguridad mecánica

1.1. Como sucede con todo recipiente que opera bajo presión, las autoclaves de hidrogenación requieren de la realización periódicas de inspecciones de acuerdo con la norma NR-13. Ahora bien, cuando se trata de recipientes antiguos es importante verificar las soldaduras con rayos X, debido a que el material se encuentra sujeto a grandes variaciones de temperatura y presión y esto puede afectar la estructura cristalina del material del cuerpo.

1.2. Como sucede con todo recipiente que opera bajo presión, los equipos utilizados en el proceo de hidrogenación también requieren de la instalación de válvulas de seguridad que necesitan ser calibradas periódicamente. Además, es esencial que los recipientes se encuentren dotados con discos de ruptura en

paralelo a la válvula de seguridad, con la finalidad de generar una capa de seguridad redundante.

1.3. Dado que el hidrogeno es altamente inflamable se recomienda que la descarga de gases no se realice usando el sistema de vacío porque el hidrogeno podría ser desviado hacia zonas que no son Ex (e). La descarga de los gases debe realizarse hacia la atmósfera, por encima del techo y debe estar dotada de un arresta-llamas apto para hidrógeno (que es distinto a los utilizados para otros tipos de gases inflamables).

1.4. Todos los equipos directamente vinculados a la autoclave de hidrogenación deben disponer de elementos de seguridad semejantes a los que se instalan en dichos equipos, para que en el caso de fallas en las válvulas de aislamiento o fallas operativas, el gas

sea transferido a los aparatos interconectados.

1.5. Las válvulas que tengan contacto directo con el gas deben ser las adecuadas según el tipo de pérdidas y estar de acuerdo con la norma ANSI B 16.104. Además, se recomienda que para las válvulas de globo que se utilicen, las mismas deban contar con sellado de tipo fuelle metálico.

1.6. Sellos mecánicos dobles según Plano API 53: el sellado primario lo realiza el propio líquido bombeado, el sellado auxiliar lo realiza un líquido de fuente externa, presurizado y compatible con el líquido bombeado. El tanque de sellado puede eventualmente estar dotado de una serpentina de enfriamiento para mantener estable la temperatura de sellado. En el caso del sellado de productos a temperaturas cercanas al punto

de solidificación, el enfriamiento se realizará con agua atemperada.

1.7. Resulta extremadamente importante utilizar pintura y señalización adecuada para la inmediata identificación de los riesgos (NB-54/80).

2. Seguridad eléctrica

2.1. Todos los motores y equipos eléctricos localizados en el área de la auto-clave deberán ser los adecuados para operar en área clasificada:

Ejemplos:

Los productos de riesgo se clasifican en tres grupos: I, II e III. Nótese que dentro del grupo II (equipos eléctricos para aplicación en otras áreas con atmósferas explosivas de gas) existe una división en subgrupos (NBR 9518).

Hay tres subdivisiones que agrupan a los gases según la naturaleza de la atmósfera explosiva de gas para la cual han sido destinados. La subdivisión se basa en el intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS) para las carcasas a prueba de explosión o la corriente mínima de ignición (CMI) para los equipos eléctricos con seguridad intrínseca. En resumen, en función de la energía liberada por una detonación.

Ellas son:

- IIA > Propano, acetona, Amoníaco.
- IIB > Etileno, acetaldehído, etileno.
- IIC > Acetileno, hidrógeno.

Existen otros criterios además del Grupo para la correcta especificación de la llamada Clasificación de Áreas:

- Área de aplicación
- Tipo de protección
- Grupo de dispositivos
- Clases de temperatura

Con respecto al tipo de protección contamos con las normas IEC/ABNT:

- Ex (d): A prueba de explosión
- Ex (e): A prueba de explosión con caja de bornes con seguridad aumentada.
- Ex (n): No encendible
- Ex (p): Presurizado

Obviamente, la instalación del motor debe cumplir criterios específicos como, por ejemplo, el uso de flexibles metálicos adecuados, bornera a prueba de explosión, selladores, y otros. Los instrumentos también deben cumplir con la clasificación de áreas, por lo tanto recomendamos el uso de instrumentos intrínsecamente seguros montados en carcasas a prueba de explosión.

Dado que el hidrogeno es un gas extremadamente liviano, en el caso de pérdidas se acumulará en los sectores elevados de los edificios. Se debe prestar especial atención a la iluminación interna del área que también debe cumplir la misma clasificación de seguridad que la del resto de los equipos eléctricos.

El hidrogeno es inodoro, por lo tanto, nunca se sabrá, por el olfato, si se produjo o no una pérdida. ¡En las zonas con posible presencia de hidrógeno solamente se deben utilizar equipos a prueba de explosión y herramientas y utensilios que no generen chispas!

2.2. Electricidad estática

El simple pasaje de aceite por una tubería metálica que no tiene puesta a tierra puede generar una acumulación de cargas eléctricas en la forma de electricidad estática. La correcta puesta a tierra de todos los equipos evita la generación de electricidad estática. La diferencia de potencial entre dos materiales se puede neutralizar con un sistema de puesta a tierra apropiado.

2.3. Pararrayos

En el caso de los edificios para hidrogenación se recomienda específicamente el uso de pararrayos de tipo “jaula de Faraday” conforme a la norma NBR-5419 actualizada.

3. Clasificación de áreas

El término “área clasificada” se encuentra definido en la norma como “el área en el cual se encuentra presente una atmósfera explosiva de gas, o en donde se espera que dicha atmósfera se encuentre presente, en cantidades tales que requieran precauciones especiales para la construcción, instalación y uso de los equipos”.

Cabe resaltar que el estudio de la clasificación de áreas no solo se realiza para identificar las instalaciones con atmósferas explosivas, sino también, aquellas con posibilidad de que se produzca una atmósfera explosiva.

Dicha posibilidad se encuentra avalada por el análisis de distintos parámetros, como, por ejemplo, las características del proceso, las sustancias, la ventilación de la instalación, y las fuentes de riesgos, entre otros.

Las directivas para la Clasificación de Áreas, definidas en la norma, no exigen la medición de la concentración de la atmósfera explosiva, pero si un análisis criterioso por parte del equipo que realiza el estudio con respecto a los escenarios de aplicación, incluyendo la ventilación y las condiciones normales y anormales de operación. Para esto, es imprescindible que el equipo cuente con una experiencia considerable.

El estudio de la clasificación de áreas contra los riesgos de explosión tiene la finalidad de mapear y determinar las extensiones y áreas de cobertura de las que pueden contener mezclas explosivas y, por consiguiente, permitir la especificación posterior de los sistemas adecuados para cada tipo de área clasificada.

Las áreas de una planta de procesamiento preferiblemente se deberán clasificar en la fase del proyecto, involucrando principalmente a los responsables del proceso, y a partir de las informaciones relativas los procesos, tales

como la presión, la concentración y el relevamiento de los distintos productos inflamables y combustibles presentes en el proceso, así como también la identificación de las fuentes potenciales de riesgo.

Con el estudio de clasificación de áreas contra riesgos de explosión será necesario asegurar que las especificaciones y la instalación de los equipos eléctricos cumplan con las exigencias para el área, y en conformidad con las respectivas normas aplicables.

El estudio de clasificación de áreas se compone de una serie de documentos que proporcionan información sobre las áreas que puedan contener atmósferas potencialmente explosivas; dichos documentos comprenden el diseño de las plantas y cortes con las extensiones de las áreas clasificadas, la lista de datos del proceso sobre las sustancias inflamables con la identificación de sus respectivos grupos de gases, la lista de las fuentes de riesgo, la identificación de la clase de temperatura de los equipos Ex, la indicación del viento predominante, y la categorización de las áreas clasificadas en zonas (0,1 y 2 o 20, 21 y 22) con la determinación de las extensiones de las áreas clasificadas.

Es importante resaltar que la responsabilidad de la empresa que contrata el estudio de clasificación de áreas contra los riesgos de explosión es muy grande, porque esa empresa es la que efectivamente conoce el proceso y sus riesgos y puede colaborar en la elaboración de los procedimientos para la ejecución segura de los servicios prestados por los contratados, como lo establece la NR-10 en su punto 10.13.1.

La elaboración del estudio de clasificación de áreas contra los riesgos de explosión basado en informaciones deficientes puede acarrear los siguientes inconvenientes:

a) Especificación inadecuada de los equipos;

b) Mayores costos de instalación, en caso de que se haya realizado una clasificación que pague por exceso;

c) Riesgos de ignición debido a una evaluación incorrecta de las condiciones para la ejecución de servicios de mantenimiento.

Por lo tanto, actualmente no es aceptable que un ingeniero electricista sea el único responsable de la elaboración del estudio de clasificación de áreas contra riesgos de explosión, pero sí que la realice con la participación de un equipo multiprofesional, compuesto de ingenieros electricistas, químicos y de seguridad en el trabajo.

4. Información y capacitación

La ficha de datos de seguridad (FDS) para sustancias químicas es un documento que no debe solo formar parte del archivo técnico de la planta, sino que requiere ser divulgado entre todos los que trabajan en el área.

La FDS para sustancias químicas de un determinado compuesto químico o una mezcla contiene datos sobre sus propiedades, riesgos de uso y medidas de protección y seguridad para la salud y el medio ambiente. En algunos países dicho documento se denomina FDSM (Ficha de Datos de Seguridad de Materiales).

La misma debe estar puesta a disposición de los usuarios por parte de los fabricantes de la sustancia química.

5. Automatización que garantice seguridad

Es importante que las instalaciones utilizadas para la hidrogenación estén totalmente automatizadas. La finalidad de la automatización es impedir que se realicen operaciones indebidas y además garantiza que la seguridad total del proceso, con la finalidad que el mismo se mantenga bajo control en el caso de

que se produzca algún mal funcionamiento y que a vez conduzca a un riesgo, aislando el hidrogeno y accionando las alarmas.

Para ello, resulta imprescindible la elaboración de un Estudio de Peligros y Operabilidad de la instalación, generalmente conocido como "HAZOP" (HAZARD AND OPERABILITY STUDIES). El estudio HAZOP permite que las personas con conocimiento diferencial (equipo multidisciplinario) dejen libre su imaginación e imaginen todas las maneras posibles en que pueden surgir peligros y problemas durante la operación.

El estudio HAZOP básicamente incluye los siguientes aspectos a ser abordados:

- Desvíos
- Causas posibles
- Métodos de detección
- Consecuencias
- Riesgo
- Recomendaciones/acciones

6. Edificios

Dado que el hidrogeno es un producto extremadamente liviano y tiende a ascender para disiparse en la atmósfera, será necesario evaluar muy bien una ventilación adecuada en las partes altas de la instalación. El edificio que alberga el sistema de hidrogenación debe estar construido con material incombustible.

En el caso de un edificio aislado y abierto la preocupación más importante será la distancia de seguridad con relación al resto de las instalaciones.

En el caso de un edificio cerrado o conectado con otras instalaciones (por ejemplo, la refinería) tenemos una mayor cantidad de recomendaciones a seguir:

6.1. El edificio debe tener "paneles contra explosión", de forma tal que permitan el venteo en el supuesto caso de un evento de ese tipo (áreas de menor resistencia

para dirigir la explosión) y, preferiblemente, techo. El proyecto utilizado para los paneles contra explosión es el mismo que el utilizado para el alivio de plantas que utilizan solvente de hexano, cuyo valor es 13,3 kPa/m². Se debe tener en cuenta que, si se utiliza un valor de presión inferior, un viento fuerte hará que los paneles se desprendan con facilidad, lo cual no es aconsejable.

6.2. El área de alivio de presión del edificio debe ser provista en una proporción de 0,0929 m² por cada 0,425 m³ de volumen de construcción.

6.3. Por lo menos debe haber una pared externa en el edificio que alberga el proceso.

6.4. Si hubiese paredes internas en el edificio donde se realiza el proceso, deberán tener un índice de resistencia al fuego de 2 horas como mínimo, ser continuas desde los cimientos hasta el techo y estar firmemente ancladas. No estarán permitidas las aberturas directas a otras partes del edificio.

6.5. El edificio deberá poseer un techo inclinado. Si se produce algún escape de hidrogeno del proceso, el mismo ascenderá hacia la parte superior, desde donde escapará por la ventilación preparada para tal fin. El uso de extractores también es una alternativa, siempre que los motores cumplan con los requisitos de la clasificación de áreas.

6.6. Si el área donde se lleva a cabo el proceso de hidrogenación fuera confinada, el contacto con el área de hidrogenación y otras áreas del edificio deberá disponer de ventilación independiente, estar aislada con puertas cortafuego, y el área entre las puertas deberá estar dotada con los mismos requisitos definidos para el área de la hidrogenación.

7. Seguridad en el mantenimiento

7.1. Los servicios de mantenimiento dentro del área clasificada solamente

se podrán ejecutar después del vaciado y la limpieza de las líneas y equipos y el soplado con hidrogeno. La línea de hidrogeno debe estar específicamente bloqueada fuera del área donde se realizará el servicio.

7.2. Todos los equipos y líneas deben ser inspeccionados con un detector de gases específico para hidrogeno.

7.3. Los servicios se limitarán al desmontaje/reinstalación de los elementos averiados y las reparaciones propiamente dichas se llevarán a cabo en el taller.

7.4. Para el desmontaje se utilizarán herramientas especiales de bronce-aluminio (con características anti-chispas) y el servicio estará acompañado por personal de seguridad.

7.5. Nunca se utilizarán grasas o lubricantes combustibles en accesorios que tengan contacto directo con el hidrogeno.

8. Estación de recepción de hidrógeno en remolques

A pesar que este área no forma parte directamente del área de producción, hay que respetar los procedimientos de conexión de los remolques de descarga de hidrogeno establecidos por la empresa proveedora del gas.

Será necesario mantener las distancias de seguridad de manera correcta, observar la secuencia de descarga, realizar la puesta a tierra del remolque antes de su conexión a la línea y utilizar las herramientas adecuadas.

Nota importante:

El presente documento tiene carácter informativo, no constituye un manual para la ejecución de proyectos o instalaciones que deben cumplir con las normas técnicas oficiales aplicables ■

Índice general A&G 2018

A&G 110 - FEBRERO DE 2018 - PRESENTE Y FUTURO DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA INDUSTRIA DE LAS GRASAS Y LOS ACEITES



La sustentabilidad en la industria aceitera
Victoria Joffre

Sustentabilidad en el rendimiento de grasas animales
Fernando Mendizabal Fernández

AAPRESID busca promover la producción sustentable a través de la innovación, la ciencia y la gestión del conocimiento en red
Entrevista a Santiago Nocelli Pac

Organizaciones mundiales: The Nature Conservancy en Argentina
Entrevista a Hernán Zunino

Origen sostenible de oleaginosas en la agricultura a gran escala
Michael HR Santos

Desaceitado de las gomas provenientes del desgomado de la extracción por solvente
Anibal Demarco

Sistema de Integración Energética en Plantas de Crushing
Anibal Demarco

Extracción de aceite de palta virgen (*Persea americana* Mill.) en una planta piloto Abencor
Amarillo Miguel; Martínez Natalia; Segura Nadia; Grompone María A.

Contenido de aceite y composición ácida en semillas de *Cuphea glutinosa*
Cardinali, Francisco J. y Thevenon, Mario A.

Biodiésel a partir de materias primas de baja calidad
P.M. Nielsen y C.C. Akoh

Un producto tipo dulce de leche con el perfil lipídico del aceite de nuez de pecán o pecana
Natalia Ranalli, Silvina C. Andrés y Alicia N. Califano

Optimización del uso de residuos de biomasa con copirólisis
Faisal Abnisa; Shafferina Dayana Anuar Sharuddin; y Wan Mohd Ashri Wan Daud

Aplicación del proceso de desgomado enzimático de escala laboratorio a escala industrial: utilizando una enzima "fosfolipasa A" de nueva generación y muy eficiente
P.M. Nielsen

Salud humana, pescados y omega 3. Parte 1
William E. M. Lands

Extracción y análisis de aceite - Temas críticos y estudios comparativos - Capítulo 1
Richard C. Conrill

¿En qué estado se encuentra su refinería?
Renato Dorsa

A&G 111 - MAYO DE 2018 - ACTUALIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECITINA



Evaporadores continuos de película delgada-agitada para secado de lecitina
José María Pedroni

Producción industrial de lecitina de girasol - grado alimenticio
Anibal Demarco

Contenido de aceite y composición ácida en semillas de *Passiflora caerulea* L. (Passifloraceae)
Cardinali, Francisco J.; Thevenon, Mario A.; Rojas, Sofia y Nocioni, Macarena

Salud humana, pescados y omega 3 - Parte 1. Capítulo 2
William E. M. Lands

El papel estratégico del maní en la seguridad alimentaria sustentable a nivel global
Richard F. Wilson

Extracción y análisis de aceite - Temas críticos y estudios comparativos - Capítulo 2
Shirley Anderson

Clarificación del aceite crudo
Renato Dorsa

Análisis de algunos aspectos relacionados con el procesamiento de la soja que afectan la refinación del aceite, incrementando pérdidas
Renato Dorsa

Tecnologías actuales para la hidrogenación de aceites y grasas
Renato Dorsa

Combinación de genes para la producción de aceites bioactivos e industriales
Elzbieta Mietkiewska, Xue Pan, Saleh Shah, y Randall J. Weselake

Modificación del aceite: ¿Una solución o un problema para la mitigación del 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) y los ésteres de glicidilo (GE)?
V. Gibon, W. De Greyt, y M. Kellens

Lista de ácidos grasos: nombres IUPAC y nombres comunes, abreviaturas

La transparencia del sistema alimentario
Eduardo Dubinsky

El procesamiento del aceite: introducción al desgomado
Albert J. Dijkstra

El desgomado enzimático
Flavio Galhardo y Chris Dayton

Grasas para el futuro: el diseño de oleogeles moleculares multifuncionales
Sai Sateesh Sagiri, Mallick Samateh y George John

A&G 112 - AGOSTO DE 2018 - ACEITE DE SÉSAMO



Conociendo el sésamo
Lucy Sun Hwang

Procesamiento del sésamo
Lucy Sun Hwang

Una revisión de las propiedades nutricionales y nutracéuticas del sésamo
Nagendra Prasad Mn; Sanjay Kr; Deepika S. Prasad; Neha Vijay; Ruchika Kothari y Nanjunda Swamy S

Salud humana, pescados y omega 3. Parte 1 - Capítulo 3
William E. M. Lands

Obesidad infantil. Primeros en Latinoamérica, ¿últimos en enfrentarla?
Eduardo Dubinsky

Extracción y análisis de aceite - Temas críticos y estudios comparativos. Capítulo 3
Devanand Luthria, Dutt Vinjamoori, Kirk Noel, y John Ezzell

Alimentos para mascotas y procesamiento de subproductos animales

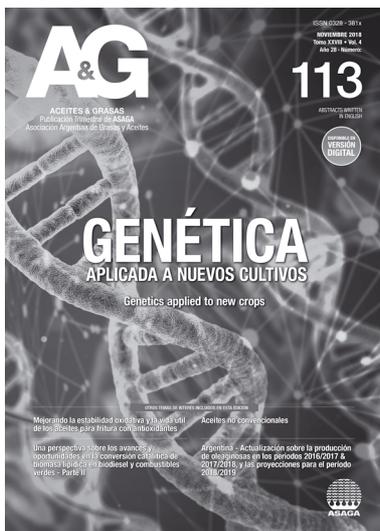
Elisabeth Huff-Loneragan; Mariana C. Rossoni Seroa y Kurt Rosentrater

Evaluando el desempeño del proceso de tamizado
A.J. Decenzo

Proteínas de base vegetal: una alternativa para los emulsionantes sintéticos
Cansu Ekin Gumus

Una perspectiva sobre los avances y oportunidades en la conversión catalítica de biomasa lipídica en biodiesel y combustibles verdes. Parte I
Marco A. Sánchez Castillo; Sergio A. Gómez Torres; Claudia Del Rocio Arellano Del Río; Fabiola Palomo González

A&G 113 - NOVIEMBRE DE 2018 - GENÉTICA APLICADA A NUEVOS CULTIVOS



Genética: de la herencia a la fábrica de sustancias
Edmundo Ré y María Florencia Ré

Salud humana, pescados y omega 3 - Parte 1- Capítulo 4
William E. M. Lands

Aceites saludables: un proceso para obtener aceites vegetales comestibles enriquecidos en diglicéridos
C.A. Ferretti, M.L. Spotti, y J.I. Di Cosimo

Un hallazgo sorprendente en lípidos con consecuencias para los contenidos de omega-3 en los huevos y la nutrición humana
Robert Elkin, Kevin Harvatine y Amy Duke

Extracción y análisis de aceite - Temas críticos y estudios comparativos - Capítulo 4
R.J. Komarek, A.R. Komarek, y B. Layton

Desafíos y oportunidades para el reemplazo del EDTA en la industria alimenticia
Lan Ban

Mejorando la estabilidad oxidativa y la vida útil de los aceites para fritura con antioxidantes
Namal Senanayake

La extracción acuosa enzimática para el aceite comestible, una nueva tendencia en China
Manyi Wang

Una perspectiva sobre los avances y oportunidades en la conversión catalítica de biomasa lipídica en biodiesel y combustibles verdes - Parte II
Marco A. Sánchez Castillo; Sergio A. Gómez Torres; Claudia del Rocio Arellano del Río; Fabiola Palomo González

Aceites no convencionales
Laura Cassidy

Aspectos importantes relacionados con la seguridad de las plantas de hidrogenación de aceites vegetales
Renato Dorsa

	Página
ACEITERA GENERAL DEHEZA S.A.	572
ALLIANCE INDUSTRIA MECANICA LTDA.	520
ALLIANCE INDUSTRIA MECANICA LTDA.	521
ALLOCCO	Insert
BIOTAY S.A.	552
BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO	543
BUHLER S.A.	531
BULKTECH S.A.	504
CARLOS ALBERTO GARCIA S.A.	577
CEM PROVISIONES INDUSTRIALES	581
CINTER	517
CIRCUITOS Y SERVICIOS S.R.L.	569
COTECNA	504
CROWN IRON WORKS	Insert
DE SMET S.A.I.C.	Ret. Tapa
DH-SH S.R.L.	485
DIEXAL	508
DON GUMER S.A.	488
ENDRESS + HAUSER ARGENTINA S.A.	523
ERNESTO KUNZ S.R.L.	572
FABRIMAC S.A.	514
FABRIMAC S.A.	515
GIOVAGNOLI S.R.L.	537
GLOBAL FIRE S.A.	501
GREENLAB	513
GRUNDFOS	505

	Página
GRUNDFOS	539
INAGRO S.R.L.	599
INGENIERÍA BERNOULLI S.A.	486
INSTRUMENTACIÓN CHIAZA S.R.L.	625
KRK LATINOAMERICANA S.A.	547
LOBERAZ S.A.	598
MEGA	503
MEYLE INGENIERIA Y SERVICIOS	487
MEYLE INGENIERIA Y SERVICIOS - KSB	489
MIGNANI S.R.L.	633
MT-IDEAS S.A.	Contratapa
PLANT DESIGN / HYTECH	Ret. Contratapa
POWER CHAIN S.A.	541
PROGLOBAL	Insert
PROGLOBAL ROTEX	509
PROMATI S.A.	573
S.A. ING. CARLOS KUSSMAUL	549
SAVINI	551
SEW EURODRIVE ARGENTINA S.A.	493
SINAX S.A.	545
SPIRAX SARCO	611
TALLERES BELGRANO S.A.	603
TEC INSTRUMENTAL S.A.	495
TERMINAL 6	553
UCEL	544
VENTILAR S.A.	598

Colaboradores Corporativos de A&G Aceites y Grasas

Relaciones Públicas A&G · Public Relations A&G

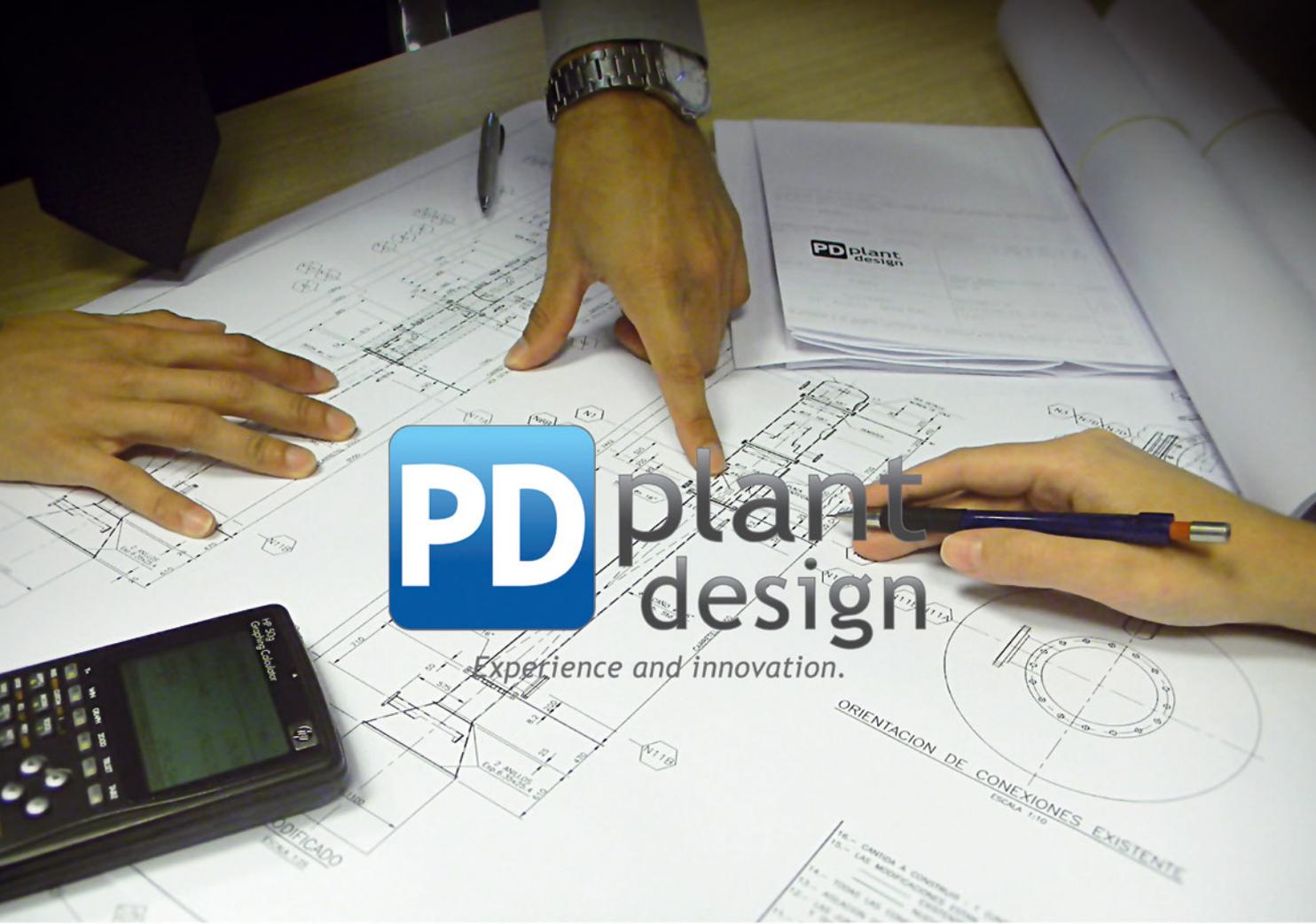
Mónica Autino

Tel/fax: 54-341-4391761 · Cel: 54-341-156 422820

E-mail: mautino@asaga.org.ar

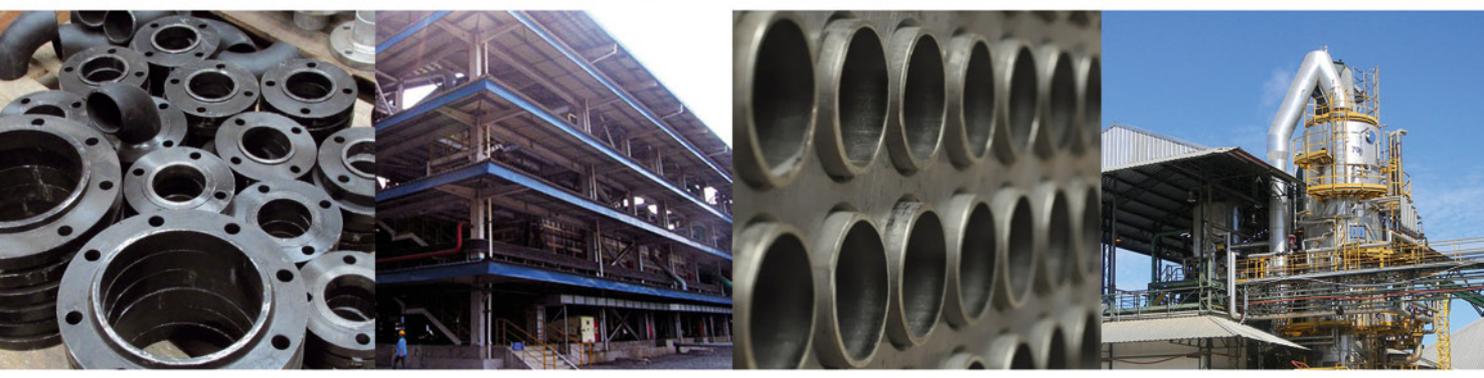
La próxima edición de A&G presentará como tema central:
Perspectivas de la evolución energética

*The main theme of the next A&G Edition will be:
Perspectives on energy evolution*



PD plant design

Experience and innovation.



ENGINEERING AND EQUIPMENT FOR EDIBLE OIL INDUSTRY

EXPERTS IN PLANTS REVAMP AND MAXIMUM ENERGY INTEGRATION

Plant Design S.A.
Suipacha 1111, Floor 10° // (C1008AAW) Buenos Aires - Argentina
Phone: (+5411) 4314-0134 plantdesign@plantdesign-eng.com
www.plantdesign-eng.com
www.hytech.com.ar



Ingeniería para el Procesamiento y Empaque de Alimentos



Ingeniería aplicada
para sus plantas de
procesamiento



Soluciones de empaque
y finales de línea



Servicio de Post Venta
Repuestos Originales



Componentes sanitarios
para la industria de
alimentos y farmacéutica

Integramos Conocimiento



MT-Ideas



mtideas



mtideas



MT-AR