

# Microencapsulación de aceite de lino para el desarrollo de un alimento funcional

Leticia Guida; Vanina Martínez; Ramiro Iturralde; Cristina Inocenti;  
Ramiro Blasco; Cristina López; Ruth Pedroza-Islas; Laura Hermida y Gabriela Gallardo  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial - San Martín, Buenos Aires, Argentina  
ggallar@inti.gov.ar



## Resumen

Los grandes beneficios para la salud asociados al consumo de ácidos grasos  $\omega$ -3 son ampliamente conocidos, como así también la alta susceptibilidad a la oxidación que poseen. Por este motivo, en el presente trabajo se propone obtener microcápsulas de aceite de lino, el cual es una fuente rica en esta clase de compuestos para luego elaborar dos alimentos funcionales. Se plantea como objetivo el diseño de diferentes formulaciones para microencapsular el aceite vegetal utilizando la técnica de secado por aspersión, obteniéndose una alta eficiencia de encapsulación. Se evaluó también la resistencia a la oxidación mediante el Test Rancimat y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). Se testearon tres formulaciones utilizando diferentes combinaciones de goma arábiga (GA), maltodextrina (MD) y aislado proteico de suero de leche (WPI). Se observó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) la morfología de las muestras. Las microcápsulas realizadas con la mezcla ternaria de GA, MD y WPI presentaron la mayor protección frente a la oxidación y una eficiencia de encapsulación superior al 90%. Dicha muestra fue adicionada en la manufactura de pan y barras de cereal. En ambos alimentos funcionales se pudo observar que no hubo disminución significativa del contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico.

**Palabras clave:** Alimentos funcionales, microencapsulación, aceite de lino.

## Introducción

El consumo de ácidos grasos  $\omega$ -3 proporciona un gran beneficio para la salud, favoreciendo en particular la prevención de enfermedades cardiovasculares y neurológicas (Astrup *et al.*, 2011; Beltrán, 2010; Riediger *et al.*, 2009). La baja incorporación de esta clase de compuestos en las dietas occidentales (Simopoulos, 2011) incitó al desarrollo en los últimos años de alimentos funcionales y nutraceuticos que contienen ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Los compuestos más relevantes dentro de los ácidos  $\omega$ -3 son el ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA, C18:3), el ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5) y el ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6), los cuales se encuentran presentes en fuentes animales como aceite de pescado (DHA y EPA) y fuentes vegetales como aceites de algas (DHA y EPA) aceite de nuez, lino y chía (ALA). De las detalladas anteriormente la fuente óptima es el aceite de pescado, ya que aporta ácidos grasos  $\omega$ -3 de cadena larga, los cuales poseen efectos favorables en el desarrollo infantil, ayudan a prevenir enfermedades mentales (Balanza-Martinez *et al.*, 2011; Hadders-Algra, 2011), inflamatorias, de agregación plaquetaria y de hipertensión (Kris-Etherton, *et al.*, 2002).

Una interesante fuente vegetal alternativa para la incorporación de  $\omega$ -3 en la dieta es el aceite de semilla de lino, el cual contiene más del 50% de ALA (Bozan y Temelli, 2008). Sin embargo, su elevada susceptibilidad a la oxidación dificulta su incorporación en alimentos. La microencapsulación se presenta como una tecnología clave para retrasar o inhibir la oxidación así como también para enmascarar olores y sabores indeseables que se forman como consecuencia de dicho deterioro, generando así una posible solución a esta problemática.

En base a los antecedentes de nuestro grupo de trabajo en la microencapsulación de aceite de pescado y considerando que la producción de aceite de lino en nuestro país se está promoviendo con propósitos nutricionales, decidimos utilizar esta fuente para desarrollar alimentos funcionales.

## Materiales y métodos

### Materiales

Para la encapsulación del aceite de lino se utilizaron diversos materiales de pared, solos o en mezclas: malto-dextrina 10 DE (MD) provista por Inamalt; lecitina Ultralec F suministrada Helm; proteína de suero (WPI) de BiPro Davisco; goma Arábica BA (GA) de Coloides Naturales de México. El aceite de semilla de lino se obtuvo de Droguería Cosmopolita, presentando la siguiente composición de ácido grasos: 5,1% C16:0; 3,5% C18: 0; 19,5% C18: 1; 17,2% C18: 2 y 53,9% de C18: 3. Según lo declarado por el proveedor, el aceite no tiene agregado de antioxidantes. Se utilizaron para la fabricación de pan y barras de cereal: levadura fresca (Calsa), sal refinada (Dos Anclas), azúcar moreno (Dos Anclas), maltosa monohidrato (Merck), azúcar refinada (Ledema), copos de maíz y salvado de trigo (Tres Arroyos). Éter etílico, éter de petróleo y ácido clorhídrico de Sintorgan.

### Preparación de las microcápsulas

Se prepararon tres formulaciones para encapsular el aceite de lino con diferentes materiales de pared. Las emulsiones fueron diseñadas con una alta proporción de sólidos (>30% p/p), siendo el contenido de aceite de lino en el polvo seco final mayor a 20% p/p. En todos los casos se utilizó lecitina de soja como emulsionante. Las microcápsulas se formularon de acuerdo con la tabla 1.

Para la disolución de los materiales de pared se utilizaron diferentes procedimientos, dependiendo de la formulación. La solución acuosa de GA para la preparación de M-GA se obtuvo a partir de la disolución del biopolímero en agua destilada a 50°C durante dos horas, luego se mantuvo refrigerada a 8°C durante 24 hs. Para obtener las MGA/MD se añadió luego la maltodextrina a la solución acuosa de GA. La proteína de suero (WPI) fue dispersada con agitación magnética en agua destilada a 80°C durante 30 min y luego se mantuvo durante la noche a 8°C. GA y MD fueron añadidas a la solución de WPI.

La emulsión aceite en agua (O/W) se obtiene mediante la adición de aceite de lino previamente mezclado con lecitina, a cada fase acuosa. Las muestras fueron procesadas por un homogeneizador Silverson L5M (Silverson Machines Ltd., Reino Unido) durante 5 min a 9000 rpm y 25°C. Las emulsiones fueron secadas en un atomizador Niro Mobile Minor (GEA Niro, Søborg, Dinamarca) a 15,0 ml/min, 2,8 bar de presión, temperatura de entrada:  $175 \pm 5^\circ\text{C}$  y temperatura de salida:  $75 \pm 5^\circ\text{C}$ .

### Morfología y tamaño de partícula

El tamaño de partícula y la morfología se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) con un equipo Phillips 505 (Amsterdam, Holanda).

**Nutriendo Vida**

GRANOVIT

> Fórmulas de vitaminas y minerales especialmente diseñadas para fortificar alimentos, bebidas y suplementos.

D C A Ca Fe B

Más de 34 años aportando soluciones concretas a los desafíos de la Industria Alimentaria. [www.granotec.com/argentina/granovit/](http://www.granotec.com/argentina/granovit/)

**GRANOTEC** | Transferencia Tecnológica Capacitación | Innovación Investigación y Desarrollo | Nutrientes e Ingredientes Productos | Garantía Calidad y Compromiso | **Compromiso GRANOTEC**

Tabla 1: Composición de las formulaciones antes del secado por spray.

	M-GA	M-GA/MD	M-GA/MD/WPI
GA (g)	112	72	22
MD (g)	----	56	85
WPI (g)	----	-----	22
Ac. lino (g)	28	33	32
Lecitina (g)	4	5	3
H2O d (g)	260	240	240
Sólidos %	36	41	41

### Eficiencia de microencapsulación

El contenido total de aceite de las microcápsulas se cuantificó utilizando el Método Oficial de AOAC 925.32. Se transfiere 1 g de polvo a un tubo de extracción de materia grasa y se añaden lentamente 10 ml de HCl (4+1). Los tubos son colocados en un baño de agua a 70°C y se calientan a 100°C Esta temperatura se mantiene durante 30 min. Después de enfriar a temperatura ambiente (25°C), se añaden 25 ml de éter etílico y 25 ml de éter de petróleo; los tubos se agitaron vigorosamente durante un minuto. La solución de éter (sobrenadante) fue separada y se filtró a través de un filtro de algodón. La fase acuosa restante se extrajo de nuevo dos veces con 15 ml de éter etílico y 15 ml de éter de petróleo. El disolvente se evaporó con un equipo Hei-VAP-Value, Heidolph Instruments GmbH, Schwabach, Alemania, y el aceite extraído se seca en un horno de vacío a 100°C hasta peso constante.

Aceite extraíble, normalmente se conoce como aceite superficial, se determinó según Davidov-Pardo *et al.*, 2008. Se pesaron 4,0 g microcápsulas y se realizó una extracción con 75 ml de éter etílico agitando durante 15 min a temperatura ambiente. La suspensión se filtra a través de un papel de filtro Whatman N°1. El disolvente es secado con un equipo rotavap para obtener la masa de aceite superficial. La eficiencia de encapsulación (EE%) se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$EE\% = \frac{(AT - AE)}{AT} \times 100$$

Donde AT es aceite total y AE hace referencia al aceite extraíble.

### Perfil de ácidos grasos del aceite de lino por cromatografía gaseosa

El aceite obtenido a partir de la determinación del aceite total es derivatizado para la obtención de los correspondientes ésteres metílicos. El contenido de ALA se determinó por cromatografía de gases utilizando un

equipo Perkin Elmer Clarus 500 (Shelton, EE.UU.) con una columna Supelco SP-2560 100 m x 0,25 mm x 0,2 mm acoplado a un detector FID. Las temperaturas del inyector y del detector se fijaron en 240°C y 280°C, respectivamente. El gradiente de la columna fue de 140°C durante 5 min (4°C/min), 230°C durante 20 min y el gas portador fue de H<sub>2</sub>. La cuantificación de ALA se realizó por normalización del área.

### Estabilidad oxidativa con el test Rancimat y calorimetría diferencial de barrido

El estudio de predicción de estabilidad se realizó mediante la determinación del período de inducción (PI) con el test Rancimat 743 (Metrohm, Herisau, Suiza), descrito por Velasco *et al.* (2000). Otra técnica que se utilizó con el mismo fin fue el análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido (DSC). Se midió la temperatura de inicio de oxidación (OOT) según norma ASTM E2009-08 Método A, gas Oxígeno (Oxidation Onset Temperature of Hydrocarbons by DSC).

### Formulación y manufactura del pan

Receta del pan: 100 g de harina blanca, 1,75 g sal, 5,0 g de azúcar, 3,0 g de levadura y 16 g M-GA/MD/WPI, agregando agua según absorción farinográfica. Los ingredientes fueron mezclados y amasados en un farinógrafo (Brabender® GmbH & Co. KG, Alemania) y la masa obtenida fue horneada (Horno Argentall, Argentina) durante 20 minutos a 220°C luego de su fermentación (W. Ehret, Alemania) a 32°C por 105 min.

### Formulación y manufactura de la barra de cereal

Receta de la barra: 75 g azúcar moreno, 175 g maltosa, 80 ml agua, 85 g maíz inflado, 85 g salvado de trigo, 85 g copos de maíz, 42 g M-GA/MD/WPI. Se cocinan en una cacerola la maltosa y el azúcar negro junto con el agua hasta punto caramelo. Se retira del fuego y se agregan los cereales mezclados previamente con las M-GA/MD/WPI. Se mezcla rápidamente hasta que la mezcla comienza a endurecer. Se coloca el preparado en una bandeja forrada con papel de aluminio donde se aplana con un rodillo.

### Caracterización del pan

Dado que no existen métodos oficiales para la determinación de grasa en pan, se adaptó el método oficial AOAC 922.06, para determinar la grasa en la harina. Las porciones de pan se pesaron y liofilizaron (LI-E300-CRT, Rifcor, Buenos Aires, Argentina) a temperatura constante (-45°C) y vacío (0,008 mm Hg) durante 16 h. Se transfieren 2g de cada muestra liofilizada a un tubo de Mojonnier y se añaden 2 ml del alcohol con el fin de dispersarla. Luego de la agitación del tubo, se añaden 10 ml de HCl (25+11) y se lleva a un baño a 70-80°C donde se mantiene durante 40 min. El aceite se extrajo con una

mezcla de éter etílico y de petróleo como se ha descrito anteriormente para la determinación total de aceite en microcápsulas.

El contenido de ALA en el pan fortificado se determinó por cromatografía de gases, del mismo modo descrito anteriormente. La apariencia del pan se comparó con la del control de pan sin microcápsulas, por un panel no entrenado.

#### Caracterización de la barra de cereal

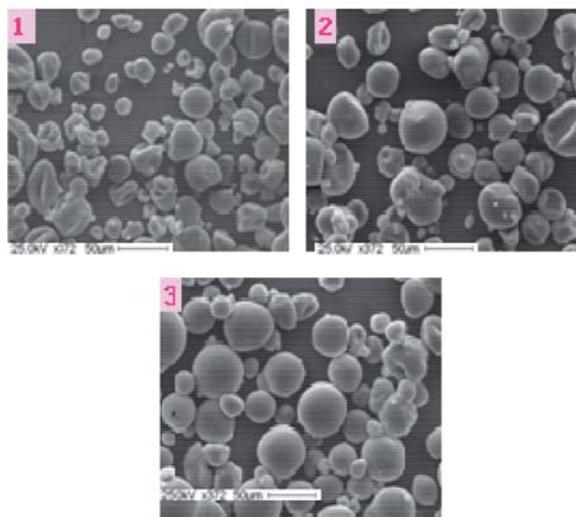
Se utilizó la misma técnica de determinación de aceites totales utilizada para las microcápsulas. El contenido de ALA en la barra se determinó por cromatografía de gases, del mismo modo descrito anteriormente. La apariencia de la barra se comparó con la del control de barra sin microcápsulas, por un panel no entrenado.

### Resultados y discusión

#### Formulación y preparación microcápsulas con aceite de lino

Los biopolímeros utilizados fueron seleccionados en base a diferentes criterios, como por ejemplo, solubilidad en agua, facilidad para estabilizar emulsiones, buen perfil de curvas de secado para formar películas densas y proteger así mejor al aceite frente a la oxidación (Gharsallaoui *et al.*, 2007). Tanto biopolímeros como proteínas son capaces de cumplir estos requerimientos, ya que forman densas redes durante el proceso de seca-

**Figura 1** - Microscopía electrónica de barrido (SEM) de microcápsulas: 1) M-GA, 2) MGA/MD, 3) M-GA/MD/WPI



do (Nicolai, *et al.*, 2011). Obviamente los costos y la disponibilidad de las materias primas son factores considerados.

La goma arábiga fue seleccionada para las formulaciones debido a su alta capacidad para generar films y a sus propiedades emulsificantes ampliamente conocidas (Madene *et al.*, 2006). Dichas propiedades son conservadas tanto para el polímero solo o combinado

## 30 Años acompañando a la Industria Alimenticia

**ADAMA**  
food • ingredients

**Nueva Planta  
General Rodriguez**

**SIP Sector Industrial Planificado  
Intendente Juan Lumbreras 1800  
( Ruta Provincial N°24)  
Esq. Calle Corrientes**

**Administración y ventas  
011 4686 4444**



Tabla 2: Contenido de  $\omega$ -3 en alimentos fortificados.

	Panes	Barras
% $\omega$ -3 teórico	0.43	0.72
% $\omega$ -3 experimental	0.40	0.68

(Tabla 1). También se utilizó maltodextrina, la cual es muy útil para encapsular aceites debido a que brinda una buena estabilidad oxidativa (Gharsallaoui *et al.*, 2007). Se ha demostrado que la mezcla binaria de GA-MD 50:50 posee una alta estabilidad termo-oxidativa determinada mediante calorimetría diferencial de barrido (Pedroza Islas *et al.*, 2002). Por último se decidió formular una mezcla ternaria (Tabla 1) que contenga además de los biopolímeros antes mencionados proteínas de suero de leche, a raíz de datos bibliográficos encontrados. Las proteínas de suero pueden inhibir la oxidación de lípidos a través de diferentes mecanismos (Hu *et al.*, 2003). En este trabajo se calentó el WPI a 80°C a pH>5.8, ya que bajo estas condiciones se favorece el proceso de agregación quedando los grupos funcionales internos expuestos para poder así interactuar con moléculas vecinas (Nicolai *et al.*, 2011).

Según bibliografía, la mezcla ternaria WPC (concentrado proteico de suero)-GM (goma de mezquita)-MD (maltodextrina) 17:17:66 mostró la mayor energía de activación para la oleoresina de chile rojo (Pérez-Alonso *et al.*, 2008). Por tal motivo se decidió realizar ensayos con la misma formulación cambiando el WPC por WPI y la GM por GA ya que se encuentran disponibles en nuestro país. A cada formulación se agregó lecitina para asegurar la estabilidad de la emulsión que ali-

menta al equipo de secado por aspersión. Las condiciones de secado fueron seleccionadas en base a experimentos llevados a cabo previamente por el grupo de trabajo. El rendimiento de polvo que se obtuvo para cada muestra fue mayor al 80%.

#### Caracterización de las microcápsulas

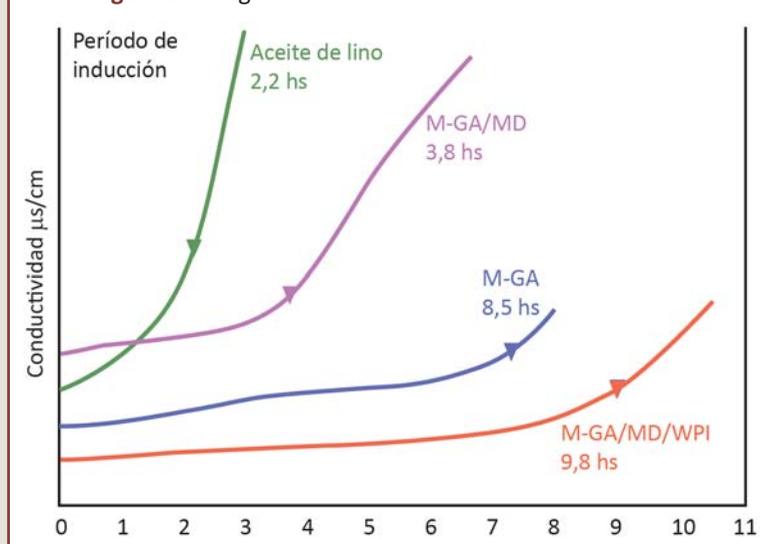
Todas las muestras presentaron menos del 5% de aceite superficial (g/100 g microcápsulas) y un % EE mayor al 90% (Tabla 3). La eficiencia de encapsulación determina el grado de protección del aceite. Se pudo observar por SEM que todas las muestras de microcápsulas mostraron forma esférica bien definida y una superficie lisa no porosa (Figura 1). El rango de tamaño que se puede inferir a partir de las microfotografías es de 10-50 nm con una relativa polidispersión (Figura 1). La muestra M-GA/MD/WPI fue la que presentó la distribución de tamaño de partícula más homogénea, con baja aglomeración (Figura 1-3). Algunas diferencias con respecto a la morfología de las tres muestras analizadas se pueden apreciar.

M-GA presentó un alto porcentaje de microcápsulas arrugadas con superficie cóncava, lo cual es típico de muestras obtenidas mediante secado por aspersión, mientras que en la muestra M-GA/MD/WPI casi no se observa (Tonon *et al.*, 2011). Esto último se puede deber al pretratamiento que se le realizó al WPI, ya que se generan films más cohesivos, lo cual parece ser consecuencia de la interacción entre las proteínas y los hidratos de carbono (Villa García, 2009). La muestra M-GA/MD presentó un comportamiento intermedio entre las otras dos muestras (Figura 1-2). Los valores obtenidos para el contenido de aceite total se encuentran dentro de los parámetros publicados (Omar *et al.*, 2009; Tonon *et al.*, 2011).

#### Estabilidad frente a la oxidación de las microcápsulas

El test de Rancimat acelerado ha ganado aceptación en la actualidad debido a la sencillez con la que se mide y la reproducibilidad de los datos obtenidos. El PI, período de inducción, es el tiempo requerido para producir un repentino incremento de la conductividad, del cual se puede estimar de forma indirecta la estabilidad oxidativa del aceite. A mayor PI mayor estabilidad (Velasco *et al.*, 2000, 2009). La figura 2 muestra las curvas de oxidación obtenidas para el aceite de lino microencapsulado y del aceite de lino sin microencapsular. Claramente se puede observar que las microcápsulas que contienen WPI (MGA/MD/WPI) fueron las más resistentes a la oxidación, como se deduce de su alto PI.

Figura 2 - Progreso de oxidación mediante test Rancimat



**Figura 3** - Panes y barras de cereal sin fortificar y fortificados con microcápsulas de M-GA/MD/WPI conteniendo aceite de lino



Este hecho se corroboró mediante la determinación de la temperatura de inicio a la oxidación de la misma muestra mediante el uso de DSC. El valor observado fue aproximadamente 20°C mayor que la del aceite sin microencapsular (Tabla 3). Dicho valor es considerado como parámetro de estabilidad frente a condiciones aceleradas de oxidación.

### Fortificación de alimentos con aceite de lino microencapsulado

En base a los resultados obtenidos, la muestra M-GA/MD/WPI fue seleccionada para la elaboración de dos alimentos funcionales. Se prepararon panes fortificados y barras de cereal con una concentración de 0,2g por porción (50 g y 25 g respectivamente). La masa de microcápsulas fue adicionada con el fin de cubrir aproximadamente el 40% de la ingesta recomendada por la Sociedad Internacional para el estudio de ácidos grasos y lípidos (0.5 g  $\omega$ -3/día). Según lo analizado no hubo pérdidas significativas del % ALA en ninguno de los alimentos funcionales formulados comparando con el contenido teórico (Tabla 2). Por otro lado, según un panel no entrenado, no se observaron alteraciones en la apariencia al comparar con alimentos sin fortificar, utilizados como control (Figura 3).

### Conclusiones

Se obtuvo aceite de lino microencapsulado utilizando diferentes materiales de pared. El contenido medio de aceite de dichas microcápsulas fue de 22% p/p y su eficiencia de microencapsulación del 90%. En ninguno de los casos se vio afectado el contenido de ALA por el proceso de microencapsulación. Según lo observado por SEM, las microcápsulas presentan forma esférica y superficie lisa y no porosa.

El enorme aumento en el período de inducción determinado por el ensayo de Rancimat demuestra como las formulaciones compuestas por GA y GA/MD/WPI protegieron al aceite de la acción del oxígeno y las altas temperaturas. en comparación con el aceite solo. Las tres formulaciones de microcápsulas presentaron similares contenidos de aceite superficial, por lo que se asume que las diferentes respuestas de Rancimat son consecuencia de las diferentes formulaciones.

En base al análisis del conjunto de los resultados obtenidos tanto para las tres formulaciones como

**Tabla 3** - Caracterización de las formulaciones

	M-GA	M-GA/MD	M-GA/MD/WPI	Aceite de lino
AE % p/p	2	2	2	----
AT % p/p	23	22	22	----
EE %	91	91	91	----
PI (h)	8,5	3,8	9,8	
TIO (°C)	-----	-----	175	155
% ALA (*)	48,5	50,5	47	53,9

AE: aceite extraíble, AT: aceite total, EE: eficiencia de encapsulación, PI: período de inducción, TIO: temperatura inicial de oxidación, ALA: ácido  $\alpha$ -linolénico.

(\*) Obtenido por normalización de áreas a partir del perfil cromatográfico.

para los alimentos funcionales elegidos, se puede concluir que la mezcla ternaria GA/MD/WPI protege al aceite de lino de la oxidación durante el proceso de manufactura en las condiciones estudiadas.

### Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado mediante un proyecto de cooperación bilateral entre las cancillerías de México y la Argentina, FO-AR N° 6023 "Desarrollo de alimentos funcionales y otros productos relacionados mediante la microencapsulación de agentes nutricionales" 2011-2013 y con fondos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

### Bibliografía

Astrup, A., Dyerberg, J., Elwood, P., Hermansen, K., Hu, F. B., Jakobsen, M. U., et al. (2011). The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: Where does the evidence stand in 2010. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93(4), 684-688.

Balanza-Martínez, V., Fries, G. R., Colpo, G. D., Silveira, P. P., Portella, A. K., Tabares-Seisdedos, R., et al. (2011). Therapeutic use of omega-3 fatty acids in bipolar disorder. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 11(7), 1029-1047.

Beltrán, R. R. (2010). Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Science*, 11(1), 1-12.

Bozan, B., & Temelli, F. (2008). Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, 99(14), 6354-6359.

Davidov-Pardo, G., Rocca, P., Salgado, D., Leon, A. E., & Pedroza-Islas, R. (2008). Utilization of different wall materials to microencapsulate fish oil evaluation of its behavior in bread

products. *American Journal of Food Technology*, 3(6), 384-393.

Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Research International*, 40(9), 1107-112.

Hadders-Algra, M. (2011). Prenatal and early postnatal supplementation with longchain polyunsaturated fatty acids: Neurodevelopmental considerations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(6 Suppl.), 1874S-1879S.

Hu, M., McClements, D. J., & Decker, E. A. (2003). Impact of whey protein emulsifiers on the oxidative stability of salmon oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1435-1439.

Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106(21), 2747-2757.

Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., & Desobry, S. (2006). Flavour encapsulation and controlled release - A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1), 1-21.

Nicolai, T., Britten, M., & Schmitt, C. (2011). •Lactoglobulin and WPI aggregates: Formation, structure and applications. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1945-1962.

Omar, K. A., Shan, L., Zou, X., Song, Z., & Wang, X. (2009). Effects of two emulsifiers on yield and storage of flaxseed oil powder by response surface methodology. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9), 1316-1324.

Pedroza Islas, R., Macías Bravo, S., & Vernon Carter, E. J. (2002). Oil thermo-oxidative stability and surface oil determination of biopolymermicrocapsules. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 1, 37-44.

Pérez-Alonso, C., Cruz-Olivares, J., Barrera-Pichardo, J. F., Rodríguez-Huezo, M. E., Báez-González, J. G., & Vernon-Carter, E. J. (2008). DSC thermo-oxidative stability of red chili oleoresin microencapsulated in blended biopolymers matrices. *Journal Food Engineering*, 85, 613-624.

Riediger, N. D., Othman, R. A., Suh, M., & Moghadasian, M. H. (2009). A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 109 (4), 668-679.

Simopoulos, A. P. (2011). Evolutionary aspects of diet: The omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Molecular Neurobiology*, 44(2), 203-215.

Tonon, R. V., Grosso, C. R. F., & Hubinger, M. D. (2011). Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. *Food Research International*, 44(1), 282-289.

Velasco, J., Dobarganes, C., Holgado, F., & Márquez-Ruiz, G. (2009). A follow-up oxidation study in dried microencapsulated oils under the accelerated conditions of the Rancimat test. *Food Research International*, 42(1), 56-62.

Velasco, J., Dobarganes, M. C., & Márquez-Ruiz, G. (2000). Application of the accelerated test Rancimat to evaluate oxidative stability of dried microencapsulated oils. *Grasas y Aceites*, 51(4), 261-267.

Villa García, M. (2009). Sobrevivencia de lactobacillus acidophilus microencapsulado en función de la combinación de prebióticos y una cubierta entérica. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional CICATA-IPN.

## CONTROL DE PLAGAS EN LA INDUSTRIA Stand 432

Nos especializamos en (MIP) para la Industria Alimenticia

Reportes de visita, Diagrama de planta c/cebaderas, tramp. de Luz, Informe de tendencias, Trat. de silos, Normas HACCP BPM, Limp de tanques de Agua

**HABILITACION NACIONAL, PROVINCIAL Y MUNICIPALES**  
 Dir. Tec. Ing. Agr. Gustavo Iván Adamec  
**Master en Control de Plagas - USAM**

La Roche 839, Morón (1708)  
Buenos Aires. Tel. 4627-1313

[www.fumigadorasaba.com.ar](http://www.fumigadorasaba.com.ar)