

**PROYECTO ESPECÍFICO**

Estrategias para la diferenciación de alimentos y el desarrollo de nuevos productos alimentarios.

**PROYECTO INTEGRADOR** Optimización de calidad integral y otras estrategias de agregado de valor.**DESARROLLO DE BARRA DE NUEZ PECAN CON CEREALES**S. Guidi<sup>1,4</sup>; A. Gómez<sup>1</sup>; G. Polenta<sup>1</sup>; M.C. López<sup>2</sup>, R. Blasco<sup>3</sup><sup>1</sup>Instituto Tecnología de Alimentos, CIA, INTA. CC77B1708WAB, Morón, Bs. As., Argentina.<sup>2</sup>Coordinación de Oleaginosas y Subproductos, Centro de Agroalimentos, INTI<sup>3</sup>Coordinación de Cereales, Harinas y Productos Derivados, Centro de Agroalimentos, INTI<sup>4</sup>Facultad de Agronomía y Cs. Agroalimentarias. Universidad de Morón. Cabildo 134, Morón, Bs. As., Argentina.**Correo electrónico:** [guidi.silvina@inta.gov.ar](mailto:guidi.silvina@inta.gov.ar)**RESUMEN**

La nuez pecan (*Carya illinoensis*) se comercializa entera (con cáscara) o pelada, en forma de mariposa. Dado que, durante la obtención de nuez sin cáscara, se produce generalmente la ruptura de la mariposa, se origina en consecuencia un subproducto con menor valor de comercialización. Sin embargo, la mariposa rota podría ser aprovechada como insumo para la formulación de alimentos de buena calidad nutricional. El objetivo del presente trabajo fue encontrar una alternativa comercial para este subproducto, mediante el desarrollo de una barra de cereal que contenga nueces partidas de pecan. Las mismas, provistas por la estación experimental INTA-Delta, fueron utilizadas como componente mayoritario de los ingredientes sólidos en la formulación. Para tal fin, se diseñó un equipo para producir barras de cereal para pequeños emprendedores. Se desarrolló una formulación básica de barra (similar barra de cereal) utilizando como componentes mayoritarios nuez pecan, trigo inflado azucarado y arroz inflado azucarado. El proceso para la elaboración de la barra de nuez pecan consistió en la preparación del aglutinante (a partir de azúcar blanca, aceite de girasol, jarabe de maltosa y agua) en una paila de acero inoxidable de fondo esférico, con quemador a gas, hasta alcanzar los 115 °C. A continuación de la incorporación de los ingredientes sólidos, la mezcla se trasvasa a una bandeja rectangular y, luego de la solidificación de la mezcla, se cortaron las barras de cereal (aproximadamente con un peso de 15g c/u). Para la caracterización química de las mismas se midieron los siguientes parámetros: contenido de humedad, cenizas, proteínas, lípidos totales, perfil de ácidos grasos por GC-FID. Se determinó además el contenido de tocoferoles por HPLC-RF en fase reversa con detección de fluorescencia. Se analizó el contenido de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu, taninos condensados por el método de la Vainillina y capacidad antioxidante por el método del DPPH. A partir de las determinaciones nutricionales, se calculó el valor energético de la barra de cereal. De acuerdo con las determinaciones, el producto obtenido representa unos 71,85 kcal por unidad, con un aporte de proteínas de 6,1%, 32,9% de grasas totales y 57,1% de hidratos de carbono. El perfil de ácidos grasos se caracterizó por un bajo contenido de ácidos grasos saturados (10%), mientras que el contenido de ácidos grasos insaturados fue elevado (90%), predominando el ácido oleico (66%). Respecto de las vitaminas y compuestos antioxidantes, las barras presentaron un contenido de 0,26 mg de tocoferoles, aportado principalmente por  $\gamma$ -tocoferol; 20,4 mg de catequina equivalente por g muestra en la cuantificación de polifenoles totales y una actividad antioxidante total de 18,8 mg de trolox equivalente por gramo. Los resultados obtenidos indican que este producto constituye una fuente importante de ácidos grasos saludables, así como de vitaminas antioxidantes, destacando sus cualidades nutricionales, además de ofrecer una alternativa de comercialización a la producción de un cultivo regional de creciente importancia, agregando valor al producto base.

**Palabras clave:** nuez pecan, barra, cereales, *Carya illinoensis*, vida útil.**ABSTRACT**

The pecan nut (*Carya illinoensis*) is sold whole (with shell) or peeled, in the form of a butterfly. During the production of shelled walnuts, and because of the ruptures underwent by the butterflies, a by-product with a lower commercialization value is usually obtained. However, the broken butterfly can be used for the formulation of foods with good nutritional quality. The objective of the present work was to find a commercial alternative for this by-product, through the development of a cereal bar containing split pecan nuts. The nuts

were provided by the INTA-Delta Experimental Station, were used as a major component of the solid ingredients in the formulation. For this purpose, pilot equipment was designed to produce cereal bars for small entrepreneurs. A basic bar formulation (cereal bar simile) was developed using as a major component pecan nut, sweetened puffed wheat and sweetened puffed rice. The process for the preparation of the pecan nut bar consisted in the preparation of the binder (from white sugar, sunflower oil, maltose syrup and water) in a stainless steel pan with spherical bottom with gas burner until reaching the 115 °C. After the solid ingredients were incorporated, the mixture was transferred into a rectangular tray, and after the solidification, the cereal bars were cut (approximately weighing 15 g each). For the chemical characterization, different parameters were determined: moisture content, ash and proteins, total lipids, fatty acid profile by GC-FID. The content of tocopherols was also determined by reverse phase HPLC-RF with fluorescence detection. The content of total phenols was analyzed by the Folin-Ciocalteu method, tannins condensed by the Vanillin method and antioxidant capacity by the DPPH method. From the nutritional determinations, the energy value of the cereal bar was calculated. The product obtained represents 71.85 kcal per unit, with a protein content of 6.1%, 32.9% of total fats and 57.1% of carbohydrates. The fatty acid profile was characterized by a low content of saturated fatty acids (10%), while the content of unsaturated fatty acids was high (90%), with oleic acid predominating (66%). Regarding the vitamins and antioxidant compounds, the bars contains 0.26 mg of tocopherols, mainly in the form of  $\gamma$ -tocopherol; 20.4 mg of equivalent catechin per g sample in the quantification of total polyphenols and a total antioxidant activity of 18.8 mg of equivalent trolox per gram. The results indicate that this product represents an important source of healthy fatty acids, as well as of antioxidant vitamins, highlighting their nutritional qualities, but also offering an alternative for the successful marketing of the production of a growing regional crop, adding value to the base product.

**Keywords:** pecan nut, bar, cereals, *Carya illinoensis*, shelf life.

## INTRODUCCIÓN

La nuez pecan es el fruto de un árbol de gran porte, también denominado Pecan (*Carya illinoensis*). Es el único nogal de origen americano y su historia se remonta al siglo XVII en la cuenca de los ríos Mississippi-Missouri en la zona centro-sur de los Estados Unidos. Su nombre “pecan” o “pecana” deriva del vocablo indígena algonquin “Pakan”, que alude al fruto como “nuez que requiere una piedra para romperse”. A nivel mundial, la Argentina ocupa el tercer lugar en superficie con 6.000 hectáreas implantadas con pecán, de las cuales sólo el 25% son plantaciones en plena producción, en tanto el 75% restante está formado por árboles que recién comienzan a producir o aún se encuentran en una etapa juvenil. Por su parte, Estados Unidos y México representan más del 90% de la superficie y producción global (1). El Pecan llegó a nuestro país en el siglo XIX, a través de semillas introducidas por Domingo Faustino Sarmiento. Si bien el Pecan se halla distribuido en distintas provincias del país, su hábitat ideal corresponde a la zona del Delta del Paraná, en la región Pampeana donde a mediados del siglo XX se experimentó con este cultivo con el apoyo del INTA. Las principales áreas de plantación se localizan en Entre Ríos, Buenos Aires, Delta del Paraná, y Misiones, existiendo también plantaciones menores en otras provincias. El cultivo de nuez pecan ha tenido un sostenido crecimiento en nuestro país en los últimos años, lo que nos ha llevado a ser el tercer país con mayor número de has implantadas, si bien alrededor del 70-80% tienen árboles con pocos años de edad. Los volúmenes que se exportan son de nuez sin pelar, mientras que los volúmenes para consumo local, tienen en el país un nivel de industrialización poco desarrollado, con escasas excepciones (2). Entre los productos ofrecidos localmente, el de mayor volumen es la nuez pelada o mariposa (aprox. 50% sobre la nuez entera), en cuyo procesamiento se obtiene también una gran cantidad de mariposas partidas. La nuez partida o rota, constituye un producto de menor valor, representando la mayoría de las veces, como mínimo, un 40% del total del peso de la mariposa o fruto descascarado. Sin embargo, dado que la nuez pecan posee cualidades nutricionales destacables, por ser una importante fuente de grasas poliinsaturadas, fibras y proteínas, las mariposas rotas pueden ser destinadas a la elaboración de un alimento de alto valor nutricional, lo que implicaría un importante aporte a la cultura alimenticia nacional, agregando valor al producto base. Es así que en el marco del PNAIyAV 1130043 se desarrolló un producto de consumo masivo, como es la barra de cereal, que permitiera un aprovechamiento más integral.

Los objetivos del presente trabajo fueron 1) desarrollar un producto de consumo masivo, como es la barra de cereal, a partir de nuez pecan partida, que permitiera su aprovechamiento, con la intención de agregar valor a la nuez pecan y 2) realizar la caracterización química de la barra de cereal con nuez pecan.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Los ensayos fueron realizados en los años 2015-2016. Las muestras de nuez pecan (enteras) fueron provistas por el INTA Delta.

**Diseño y Fabricación del Equipo**

Los participantes de INTI, junto con una empresa privada, rediseñaron y adaptaron un equipo (similar a uno comercial utilizado en Taiwan, República de China), para producir barras de cereal para pequeños emprendedores. El equipo consistió de una paila a gas de poder calorífico regulable, en acero inoxidable (AISI 316) la cual permite alternativamente utilizarla con energía eléctrica (220 V) o gas natural. Accesorios: bandejas de acero inoxidable (AISI 316) con muescas de dos tamaños para producir barras chicas o tipo industrial y/o barras grandes o tipo artesanales; dos guías para corte (AISI 316); rodillo de acero inoxidable (AISI 316), con relleno de viruta de acero para facilitar el calibrado de la mezcla de ingredientes sobre las bandejas.

**Formulación**

Para el desarrollo de la barra de nuez pecan, la formulación cualitativa consistió en: nuez pecan partida comprendidas entre 13 y 4,75 mm (barra industrial); arroz inflado azucarado; trigo inflado azucarado; azúcar; jarabe de alta maltosa; aceite de girasol alto oleico y agua. En la formulación se incluyó también trigo y arroz, por ser cereales de bajo contenido graso, para no incrementar valor calórico del producto.

**Proceso de elaboración de las barras**

El proceso de elaboración de la barra de nuez pecan consistió en la preparación del aglutinante (a partir de jarabe de alta maltosa, azúcar blanca, aceite de girasol de alto oleico y agua) en la paila, con monitoreo de la temperatura, hasta alcanzar los 115 °C. Posteriormente, se incorporaron los ingredientes secos (nuez pecan partida, arroz inflado y trigo inflado). Se realizó la mezcla en forma manual durante algunos segundos y luego, la mezcla se colocó en la bandeja rectangular de acero inoxidable y se procedió con el calibrado final con el rodillo de acero inoxidable. Los cortes se realizaron con cuchillo utilizando la guía encastrada en las muescas longitudinales y transversales de la bandeja de acero inoxidable, hasta obtener las barras de cereal. En promedio, las mismas, pesaban 15 g c/u.

**Análisis realizados**

Una vez obtenidas las barras de cereal con nuez pecan, se realizaron los análisis químicos: humedad, proteínas, grasa total, cenizas (3). Perfil de ácidos grasos: extracción de los lípidos modificado, metilación ácida de los ácidos grasos y cuantificación por cromatografía gaseosa con detector FID (4). Tocoferoles (5). Capacidad antioxidante (6). Polifenoles totales (7) y taninos condensados (8).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La Fig.1 muestra la paila, las bandejas de acero y el rodillo utilizados para la elaboración de las barras de cereal con nuez pecan.



**Figura 1:** Paila, bandejas y guías para corte (acero inoxidable), y rodillo

La Fig. 2, muestra los pasos seguidos hasta la obtención de las barras individuales.



**Figura 2.** Pasos para la obtención de las barras de nuez pecan. a) Preparación del jarabe. b) Incorporación de los ingredientes sólidos y mezclado. c) Calibrado manual. d) Calibrado con rodillo. e) Producto fraccionado (barras)

La línea de producción desarrollada permitió obtener 75 barras cada 45 minutos, aproximadamente, requiriendo ocupar a tres operarios, aunque el proceso puede ser ajustado a dos operarios.

La formulación básica desarrollada, permitió obtener una barra de tamaño tradicional con la siguiente composición (Tabla 1):

**Tabla 1.** Composición química de la barra de nuez pecan

Muestra	Por 100 g	Por unidad (15 g)
<b>Humedad</b>	3,00 g	0,44 g
<b>Cenizas</b>	1,21 g	0,18 g
<b>Proteínas</b>	6,1 g	0,91 g
<b>Grasa total</b>	32,9 g	4,94 g
<b>γ- tocoferol</b>	1,43 mg	0,21 mg
<b>α-tocoferol</b>	0,27 mg	0,04 mg
<b>Tocoferoles totales</b>	1,70 mg	0,26 mg

Asimismo, también se determinó el perfil de ácidos grasos (Fig. 3). Como puede observarse en la figura, la cantidad de ácidos grasos saturados de cadena larga (C16:0 ácido palmítico, C18:0 ácido esteárico) fue muy baja (7,28% y 2,93%, respectivamente). En cambio, fue significativo el aporte de ácidos grasos monoinsaturados, en la forma de ácido oleico (65,70%; C18:1 n9) y de ácido linoleico (23,18%, 18:2 n6).

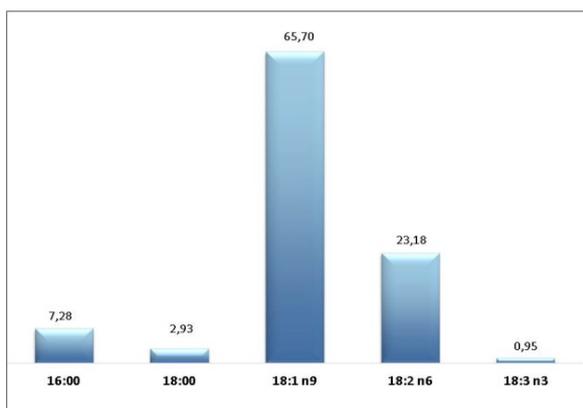


Figura 3. Perfil de ácidos grasos de la barra de nuez pecan, expresado en % de grasa total

Tabla 2. Contenido de polifenoles totales, taninos condensados y actividad antioxidante total de la barra de nuez pecan con cereal tradicional

	Barra de Nuez Pecan con Cereal Tradicional
<b>Polifenoles totales</b> (mg ácido gálico/100g)	2037 ± 72
<b>Taninos condensados</b> (mg catequina equivalente/g)	5 ± 1
<b>Actividad antioxidante total</b> (mg Trolox equivalente/g)	749 ± 56

En la Tabla 2, se presentan los valores obtenidos, en cuanto a las cantidades de polifenoles totales, taninos condensados y actividad antioxidante total, según los análisis realizados sobre las muestras. Esto representa una cantidad muy importante de este tipo de compuestos, que para fines comparativos, sería equivalente al que aportarían 2 manzanas rojas, 70 uvas rojas, 3,5 kiwis, 7 duraznos, o 5 ciruelas (9).

Como es sabido, los compuestos fenólicos actúan como antioxidantes, desactivando los radicales libres, minimizando el daño y protegiendo el organismo en la incidencia de enfermedades como el Alzheimer, Parkinson, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas (10). Además, los frutos secos son una importante fuente de taninos condensados, responsables de las cualidades sensoriales, incluyendo el color y el sabor astringente (11). Por su parte, los taninos tienen actividad antioxidante mutagénica y antimicrobiana. Disminuyen los lípidos en sangre, la tensión arterial y modulan la respuesta inmunológica dependiendo de la cantidad y tipo de taninos consumidos.

En relación a la formulación básica, los datos obtenidos de la composición centesimal fueron evaluados desde el punto de vista nutricional. Si bien la barra representa un aporte interesante en muchos aspectos, sería deseable poder aumentar el nivel de fibra y disminuir el valor calórico y la cantidad de azúcar utilizada. En función de esto, se propone a futuro continuar con un diseño mejorado, realizando pruebas que permitan reemplazar, en la formulación básica, parte del jarabe de maltosa y el azúcar por polidextrosa, al igual que reemplazar parte del cereal inflado por avena, de modo de elevar el nivel de fibra dietaria.

Un análisis preliminar, evaluando la vida útil las barras de nuez pecan envasada en un film trilaminar (exterior poliéster, 12 micrones; aluminio, 7-9 micrones: barrera gases y de polietileno de alta densidad: PEAD, 60 micrones), a través de indicadores de calidad higiénico sanitaria, de calidad sensorial y de calidad nutricional, sugiere que las barras permanecen estables por al menos dos meses. Este resultado puede considerarse como altamente promisorio, considerando que este tiempo es adecuado, desde el punto de vista comercial, y que el

paquete tecnológico representado por la identificación de los ingredientes, el diseño del proceso, y el film de envasado, resultaron exitosos, considerando la tendencia al enranciamiento que presenta esta fruta, de alto valor nutricional.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que este producto representa no solamente una importante fuente de ácidos grasos saludables, sino también de vitaminas antioxidantes, por lo cual sus cualidades nutricionales son destacables, además de ofrecer una alternativa de comercialización a la producción de un cultivo regional de creciente importancia, agregando valor al producto base.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el aporte financiero del Proyecto PNAIyAV1130043: Estrategias para la Diferenciación de Alimentos y el Desarrollo de Nuevos Productos Alimentarios (INTA). Se agradece, además a las coordinaciones del Centro de Agroalimentos del INTI participaron en el estudio de vida útil: Coordinación de Cereales, Harinas y Productos Derivados.; Coordinación de Oleaginosas y Subproductos; Coordinación de Toxicología y Nutrición; Coordinación de Microbiología y Biología Molecular; El Centro de Envases y Embalajes del INTI asesoró en el material a utilizar para el envasado y en la confección del packaging.

## REFERENCIAS

1. <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=26417>
2. <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=11650>
3. AOAC; 1990. (Methods: 922.06; 984.13; 925.09; 923.03), Eds 15 th. Association of Official Analytical Chemists, INC. Arlington, Virginia, USA. pp., 777-782.
4. Folch, J.; Lees, M.; Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.
5. Descalzo, A.; Biolatto, A.; Grigioni, G.; Rossetti, L.; Carduza, F.; Sancho, A (2007). Producción de Pecán en Argentina. Ediciones INTA.
6. Brands-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Techn.*, v. 28, n. 1, pp. 25-30.
7. Sadasivam, S.; Manickam, A. (1992). In: *Biochem. Methods Agric. Sci.*, Wiley Eastern. Ltd, New Delhi, India. pp. 187-188.
8. Price, M.L.; Van Scoyoc, S.; Butler, L.G.J. (1978). *Agric. Food Chem.* 26,121.
9. Fu, L.; Xu, B.T.; Xu, X.R.; Gan, R.Y.; Zhang, Y.; Xia, E. Q.; Li, H.B. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, 129(2), 345-350.
10. Lombardi, L.; Villareal-Lozoya, J.E.; Cisneros-Zevallos. L. (2009). Antioxidant properties of pecan kernels. *Acta Horticulturae*, 841, 91-96.
11. Prasad, R.N.B. (1993). Walnuts and pecans. In *Encyclopedia of food science and technology*, vol. seven, Macrae R., Robinson R. K., and Sadler M. J. (eds.), Academic Press, London, p. 4828-4834.