



REPORTES CIENTÍFICOS

D E L A F A C E N

ISSN 2078-399X (impreso)

ISSN 2222-145X (online)

Volumen 12

Número 2

2021

Enriquecimiento de una bebida vegetal a base de Nuez de Macadamia (*Macadamia tetraphylla*) con omega-3 y probióticos.

Validación de un método de cuantificación de etanol utilizando el reactivo permanganato de potasio.

Algoritmo Deutsch-Jozsa: una mirada al poder de la computación cuántica.

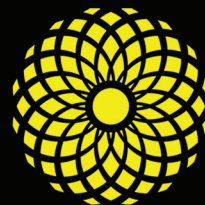
Dosimetría biológica con los tests del Cometa y Micronúcleo en pacientes con hipertiroidismo grave, adenoma toxico y enfermedad de Plummer tratados con I131.

Presencia de Contaminantes Microbiológicos en Batas de Laboratorio de Técnicos de un Centro de Investigación.

Geología de los complejos alcalino-carbonatíticos, noreste de Paraguay Oriental.

Nuevos registros y primera aproximación a la riqueza de peces de las aguas interiores de la Reserva Natural Yacyretá.

Tres nuevos registros de Lamiinae (Coleoptera: Cerambycidae) para la fauna paraguaya.



FACEN

Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales

PUBLICACIÓN CIENTÍFICA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN-PARAGUAY

REPORTES CIENTÍFICO DE LA FACEN



Reportes Científicos de la FACEN, es una revista de acceso libre y gratuito y es la publicación científica oficial de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción. Es emitida semestralmente y publica artículos originales, artículos de revisión, tópicos actuales, reportes de casos, comunicaciones cortas y cartas al editor, en las áreas de Biología, Química, Física, Matemática Pura, Matemática Estadística, Geología, Biotecnología y Tecnología de Producción. Los trabajos y opiniones publicados en la revista son de exclusiva responsabilidad de los autores.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

Prof. Dra. Zully Vera de Molinas
Rectora

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Prof. Constantino Nicolás Guefos Kapsalis, MAE
Decano

Dirección Web

www.facen.una.py

REPORTES CIENTÍFICOS DE LA FACEN

Dirección postal

Reportes Científicos de la FACEN, Dirección de
Investigación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Campus Universitario, Casilla de Correo 1039, San Lorenzo,
Paraguay

Teléfono/Fax

595 21 585600 interno 237

E-mail

reportescientificos@gmail.com

Dirección web

<http://www.facen.una.py/es/publicaciones-cientificas/>

Editor en Jefe

Prof. Dr. Fernando José Méndez Gaona, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Asunción

Comité Editorial Nacional

Dr. Bolívar Rafael Garcete Barrett
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Asunción

Lic. Nery López
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Asunción

Dra. Celeste Vega
Centro para el Desarrollo de Investigación Científica

Dra. Miriam Rolon
Centro para el Desarrollo de Investigación Científica

Dra. Antonieta Rojas de Arias
Organización Panamericana de la Salud - Paraguay

Comité Editorial Internacional

Dr. Robert Owen
Texas Tech University - Estados Unidos

Dra. Ana Honfi
Universidad Nacional de Misiones - Argentina

Dr. Julio Daviña
Universidad Nacional de Misiones - Argentina

Dr. Nicolás Niveiro
Universidad Nacional del Nordeste - Argentina

Dra. María Paula Badenes
Universidad Nacional de La Plata - Argentina

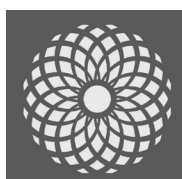
Dr. José Seguinot
Universidad de Puerto Rico - Puerto Rico

Dr. Ángel Vara Vela
Universidad de São Paulo - Brasil

Dr. Fábio Luis Teixeira Gonçalves
Universidad de São Paulo - Brasil

Dr. Víctor Velázquez
Universidad de São Paulo - Brasil

Dr. Sebastián Simondi
Universidad Nacional de Cuyo - Argentina



FACEN

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Asunción

Rep. cient. FACEN	San Lorenzo (Paraguay)	Vol. 12, Nº 2	Julio-Diciembre de 2021	ISSN 2078-399X (versión impresa) ISSN 2222-145X (versión online)
-------------------	------------------------	------------------	----------------------------	---

REPORTES CIENTÍFICOS DE LA FACEN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Rep. cient. FACEN	San Lorenzo (Paraguay)	Vol. 12, Nº 2	Julio - Diciembre de 2021	ISSN 2078-399X (versión impresa) ISSN 2222-145X (versión online)
-------------------	------------------------	------------------	------------------------------	---



ARTÍCULOS ORIGINALES

- 63-73 **Sandra Alvarez Trinidad & Daniela Lamas.** Enriquecimiento de una bebida vegetal a base de Nuez de Macadamia (*Macadamia tetraphylla*) con omega-3 y probióticos.
- 74-82 **José Escurra, Diego Nosedá & Francisco Ferreira.** Validación de un método de cuantificación de etanol utilizando el reactivo permanganato de potasio.
- 83-87 **Rodney Franco.** Algoritmo Deutsch-Jozsa: una mirada al poder de la computación cuántica.
- 88-95 **Fredy J. Gómez, Deidamia Franco, Virginia Fernández Peralta, Jaime Segovia, Francisco Cabañas Duarte, Mark A. Jara Ruiz, Jessica M. Jara Ruiz, Elías D. Jara Ruiz, Miguel Duarte & Jorge Antonio Jara Yorg.** Dosimetría biológica con los tests del Cometa y Micronúcleo en pacientes con hipertiroidismo grave, adenoma toxico y enfermedad de Plummer tratados con I¹³¹.
- 96-103 **Ingrid Micaela Barua Stock, Magdalena Sarmiento, Yadira Parra González, Gilberto Antonio Benítez Rodas, Christian Arce, Danilo Fernández Ríos, & Andrea Alejandra Arrúa.** Presencia de Contaminantes Microbiológicos en Batas de Laboratorio de Técnicos de un Centro de Investigación.
- 104-109 **Narciso Cubas Villalba, Néstor Damián Salinas Franco & Diego Adán López.** Geología de los complejos alcalino-carbonatíticos, noreste de Paraguay Oriental.
- 110-116 **Ignacio Avila-Torres, Mariel Moreno & Fernando Cubilla.** Nuevos registros y primera aproximación a la riqueza de peces de las aguas interiores de la Reserva Natural Yacyretá.
- 117-120 **Fernando Cubilla, Carlos Aguilar Julio, Bolívar R. Garcete-Barrett & Ignacio Avila Torres.** Tres nuevos registros de Lamiinae (Coleoptera: Cerambycidae) para la fauna paraguaya.



Enriquecimiento de una bebida vegetal a base de Nuez de Macadamia (*Macadamia tetraphylla*) con omega-3 y probióticos

Enrichment of a vegetable drink based on Macadamia Nut (*Macadamia tetraphylla*) with omega-3 and probiotics

Sandra Alvarez Trinidad^{1,2,5}  & Daniela Lamas^{3,4} 

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, FACEN - Universidad Nacional de Asunción, UNA, Asunción-Paraguay.

²Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Asunción-Paraguay

³Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas UNMDP. Mar del Plata-Argentina

⁴Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata-Argentina

⁵Autor correspondiente: sayabiotec@gmail.com

Resumen: El consumo de alimentos funcionales que contribuyen benéficamente con la salud humana es un tema relevante de actualidad, las bebidas vegetales constituyen una nueva alternativa de gran aceptación por parte de los consumidores. Sin embargo, estos productos tienden a ser bajos en ciertos nutrientes como ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs). La nuez de macadamia, es un cultivo de gran interés a nivel industrial debido a sus propiedades beneficiosas para la salud, sin embargo, no presentan cantidades detectables de PUFAs de la serie eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA). Estos ácidos grasos se destacan por los notables beneficios de su consumo sobre la salud humana y su principal fuente son los aceites de pescado. Además de eso, el uso de probióticos ha aumentado notablemente en la industria de los alimentos, ya que estos consiguen obtener efectos beneficiosos para la mejora en la salud de la población en general y es de gran importancia que lleguen vivos al intestino en un número adecuado, por lo cual utilizarlos en forma de capsulas es una solución para que las bacterias lleguen vivas en el proceso de digestión. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar bebidas vegetales enriquecidas en ácidos grasos Omega-3 provenientes de aceite de hígado de raya, en forma de capsulas y emulsiones y probióticos en forma de capsulas, logrando obtener productos estables y de buen aspecto, con un contenido nutricional importante a nivel proteico y contenido de ácidos grasos.

Palabras clave: Nuez de macadamia, omega-3, alimentos funcionales, probióticos, bebidas vegetales.

Abstract: The consumption of functional foods that contribute beneficially to human health is a relevant topic at the present time, vegetable drinks constitute a new alternative that is widely accepted by consumers. However, these products tend to be low in certain nutrients like polyunsaturated fatty acids (PUFAs). The macadamia nut is a crop of great interest at an industrial level due to its beneficial properties for health, however, it does not present detectable amounts of PUFAs of the eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) series. These fatty acids stand out for the remarkable benefits of their consumption on human health and their main source is fish oils. In addition to that, the use of probiotics has increased notably in the food industry, since these manage to obtain beneficial effects for the improvement in the health of the general population and it is of great importance that they reach the intestine alive in an adequate number. Therefore, using them in capsule form is a solution for the bacteria to arrive alive in the digestion process. The objective of the present work was to develop vegetable drinks enriched in Omega-3 fatty acids from ray liver oil, in the form of capsules and emulsions and probiotics in the form of capsules, achieving stable and good-looking products, with nutritional content important at the protein level and fatty acid content.

Keywords: Macadamia nut, omega-3, functional foods, probiotics, vegetable drinks.

Introducción

Las denominadas leches vegetales, o mejor llamadas bebidas vegetales, están en el centro de atención gracias a sus características de ser libres de lactosa y colesterol, que se encuadra correctamente con

la demanda actual de productos alimenticios saludables o enriquecidos. Sin embargo, hay poca información disponible sobre este tipo de bebidas provenientes de otros frutos secos o semillas. Sobre la información obtenida por Bernat (2014), las bebi-

Recibido: 15/03/2021 Aceptado: 16/08/2021



2078-399X/2021 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>).

das vegetales y sus derivados tienen excelentes propiedades nutricionales que les proporcionan un alto potencial y una expectativa de mercado positiva. Sin embargo, se deben investigar las condiciones óptimas de procesamiento para cada materia prima o la aplicación de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de los productos. Además, según Comarella (2012), la creciente búsqueda de alimentos que no solo satisfagan las necesidades básicas, sino que también realicen otras funciones beneficiosas para la salud, impulsa a la investigación dirigida al desarrollo de nuevas tecnologías capaces de agregar valor nutricional a los alimentos, sin causar pérdidas en la calidad sensorial y así, proporcionar un producto seguro para el consumidor y con una generación mínima de residuos perjudiciales para el medio ambiente.

Existen investigaciones donde se demuestra la posibilidad de desarrollar una bebida vegetal a base de Nuez de macadamia (*Macadamia tetraphylla*) cuyo cultivo en Paraguay es relativamente reciente y cuya demanda va en aumento a nivel mundial, avalada por los beneficios a la salud asociados al consumo frecuente de sus frutos atribuidos a sus propiedades nutricionales, saludables y sensoriales. Se ha informado, además, que la nuez exhibe una mayor capacidad antioxidante que cualquier otra nuez (Arranz *et al.*, 2008). Estas nueces se consumen asadas, fritas, saladas, como coberturas de caramelos y helados (De Toledo Piza *et al.*, 2014). También se utilizan como ingredientes en galletas y tortas, y la extracción de sus aceites es en gran parte destinada a la industria cosmética y farmacéutica (Mundo *et al.*, 2010).

Al señalar la importancia de desarrollar alimentos funcionales, existen varios compuestos que son utilizados en la actualidad para enriquecer o fortificar alimentos, ya sea fibra, Calcio, Hierro, Vitamina E, Omega 3, 6 y 9, Probióticos, entre otros. El presente trabajo se centra en la incorporación de ácidos grasos de la serie Omega-3 y probiótico, en este caso, de la cepa utilizada y previamente comprobada para su uso como probiótico es *Lactobacillus rhamnosus*. Los ácidos grasos poliinsaturados PUFAs principalmente el ácido eicosapentaenoico

(EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), han sido exhaustivamente estudiados por los notables beneficios de su consumo sobre la salud humana. Los ácidos grasos ejercen muchas funciones de vital importancia en el organismo: intervienen en el control y regulación la coagulación sanguínea, la respuesta inflamatoria, la regulación de la temperatura del cuerpo, el funcionamiento normal del cerebro, la salud de la piel, uñas y cabello. Se ha demostrado que el consumo de grandes cantidades de omega-3 aumenta considerablemente el tiempo de coagulación de la sangre, lo cual explica por qué en comunidades que consumen muchos alimentos con Omega-3, la incidencia de enfermedades cardiovasculares es sumamente baja. Algunas experiencias sugieren que el consumo de Omega-3 tiene efectos benéficos sobre el cerebro y también existen estudios que sugieren que el consumo de Omega 3, durante del embarazo puede tener una buena influencia en el feto (Ilbay Yupa, 2014).

Los probióticos son alimentos funcionales que se caracterizan por contener microorganismos vivos. El yogur y otros derivados lácteos fermentados, son los principales representantes de este grupo al que también pertenecen algunos vegetales y productos cárnicos fermentados (Silveira *et al.*, 2003). La palabra "Probiótico" es un término de origen griego que significa "a favor de la vida". Este término se utiliza para definir a aquellos microorganismos, ya sean bacterias o levaduras, que sobreviven al paso por el tracto gastrointestinal y que producen un efecto beneficioso sobre una o varias funciones del organismo, proporcionando un mejor estado de salud y bienestar y/o reduciendo el riesgo de enfermedad. Estos microorganismos vivos, están incorporados especialmente en productos lácteos, también se pueden encontrar en otro tipo de alimentos fermentados como, por ejemplo, verduras encurtidas, embutidos o té etc. Sin embargo, existen otros productos comercializados que también incluyen probióticos en su composición, como son determinados complementos o suplementos alimenticios en los que el probiótico no está contenido en un alimento convencional, sino que está encapsulado (Gómez *et al.*, 2004).

Los efectos positivos de los probióticos dependen de la cepa bacteriana que se utiliza, de la existencia de un tipo o más cepas de bacterias y de su interacción, del tipo de producto en el que se incluyen, del tiempo de consumo del producto, de la genética propia del individuo, de la existencia o no de una patología, y de la dosis suministrada (Gómez *et al.*, 2005). *Lactobacillus rhamnosus*, es uno de los microorganismos probióticos mejor estudiados clínicamente. Esta cepa es capaz de adherirse a la mucosa intestinal humana y persistir allí durante más de una semana después de ser ingerida oralmente por adultos sanos. También es capaz de formar biopelículas *in vitro* sobre una superficie abiótica (poliestireno), una característica fuertemente influenciada por el medio de cultivo utilizado y las condiciones asociadas con el entorno gastrointestinal, como pH bajo, alta osmolaridad o la presencia de bilis (Salas *et al.*, 2016).

Existe una tercera generación de productos probióticos definidos como microorganismos encapsulados o microencapsulados con una sola matriz polimérica, utilizando polímeros sintéticos, semisintéticos o naturales. La encapsulación se define como el proceso fisicoquímico o mecánico para atrapar sustancias en un determinado material y producir partículas con diámetros del orden de nanómetros a milímetros. El propósito de la encapsulación no es solo proteger los probióticos de ambientes externos sino también lograr su liberación en el sitio objetivo en una condición metabólicamente activa (en especial en el tracto intestinal) (Burgain *et al.*, 2011).

Actualmente en el mercado, no existen bebidas vegetales a base de este fruto de forma industrializada. La bebida de nuez, generalmente se produce en presencia de estabilizadores para una mejor homogeneización y su consumo va en aumento debido a sus propiedades nutricionales y funcionales. Los productos de nueces más populares son en su forma tostada, sin embargo, la dificultad en el consumo de esta modalidad, es debido a la dificultad de eliminar la cáscara (Chen *et al.*, 2014). Por lo tanto, las bebidas vegetales constituyen una buena alternativa para el consumo de estos frutos o sus proteínas,

generalmente la bebida de nuez se obtiene dejando en remojo los frutos, moliendo las nueces tostadas sin cáscara y posteriormente filtrándolas (proceso general). Se ha encontrado que la leche de nuez se separa en tres fracciones (flotante, sobrenadante y precipitado) dentro de un breve período de tiempo (aproximadamente 30 min). Se considera que este comportamiento se correlaciona con el gran tamaño de los cuerpos de aceite de nuez y la pobre solubilidad acuosa de la proteína de estos frutos (Gallier *et al.*, 2013) y que se soluciona con el agregado de estabilizantes en la formulación.

En presente trabajo se centra en la formulación de una bebida vegetal a base de nuez de macadamia, enriquecimiento con omega-3 en forma de capsulas y emulsión, y enriquecimiento con probióticos encapsulados.

Materiales y Métodos

Se utilizó un lote de frutos secos de la variedad HAES 344 obtenidos de una empresa comercial de la ciudad de San Joaquín departamento de Caaguazú – Paraguay. El aceite de pescado proveniente de hígados de raya refinado fue provisto por la empresa Omega Sur S.A. de la ciudad de Mar del Plata, cuyo contenido en EPA y DHA es 9,56 y 29,13% respectivamente. La cepa probiótica utilizada fue proveída por el Departamento de Biotecnología de la Facultad de ciencias exactas y naturales *Lactobacillus rhamnosus*.

Para la elaboración de capsulas se utilizó Cloruro de Calcio, Goma Xantica y Alginato de Sodio; para las bebidas se utilizó Sorbato de potasio, saborizante de Chocolate y CMC adquiridos de un local comercial especializado en alimentos, mientras que para la elaboración de las galletitas se utilizó: Avena, Aceite de Girasol y Stevia, obtenidos también de un local comercial especializado. Todos los reactivos poseían grado alimenticio.

Caracterización de la materia prima: se separaron 3 lotes de semillas, conteniendo 10 semillas cada una, observados en la Figura 1, fueron pesadas en balanza analítica para calcular su peso promedio. También se trabajó con 3 lotes de semillas para la longitud transversal a medición milimétrica.



Figura 1. Caracterización de la materia prima realizado en el INIDEP – Mar del Plata.

La humedad se cuantificó mediante desecación en estufa a temperatura de 105°C hasta peso constante (AOAC, 952.08; 1990). Las cenizas se determinaron por calcinación en mufla a 550°C de temperatura, hasta la obtención de cenizas blancas y peso constante (AOAC, 938.08; 1990). Las proteínas se determinaron por el método Kjeldahl usando el factor de conversión 5,7 (AOAC, 24.027; 1984). Se realizó la determinación de Grasas por el método de Randall (AOAC, 1990) y los lípidos fueron extraídos y cuantificados por el método de Bligh y Dyer (1959). El contenido de hidratos de carbono se calculó por diferencia. Además, se estudió un método de extracción con metanol: isopropanol, como una modificación del método de Mereles *et al.*, (2015), a fin de evaluar la posible diferencia de los ácidos grasos obtenidos con esta metodología.

El perfil de ácidos grasos se llevó a cabo median-

te metilación alcalina en frío de los mismos y posterior cromatografía gaseosa (ISO 12966-2:2011). Se utilizó un equipo Shimadzu® GC-2010 acoplado a un espectrómetro de masas GCMS-QP2010 plus, equipado con inyector Split/Splitless e inyector automático AOC-20i, se utilizó una columna capilar Supelco® Omegawax 320 (30m x 0,32mm x 0,25 µm) y Split 100:1.

Elaboración y formulación de las bebidas vegetales: Los frutos de nuez fueron seleccionados y desinfectados. Luego se procedió a elaborar la bebida, de acuerdo al protocolo descrito por Salvá Ruiza (2017), para bebidas a base de almendras, del cual se realizaron algunas modificaciones.

Se dejaron en remojo 200g de los frutos durante 3hs y 4hs a temperatura ambiente, en proporción 1:2 y 1:4 (100gr de frutos y 200 – 400ml de agua), en total se elaboran 4 tipos de bebidas. Al culminar los tiempos de remojo, se escurrieron los frutos hidratados enjuagando con agua destilada. Se realizó la cocción de los frutos en un nuevo lote agua destilada, para inactivar compuestos tóxicos que dan un mal sabor a las bebidas, por 15min a 100°C, en el momento que entra en ebullición, estos compuestos tóxicos se eliminan en forma de espuma, luego se desecha el agua amarga. Una vez cocidos los frutos, se procedió a la realización de las bebidas, moliendo los mismos en una licuadora de uso doméstico con la misma proporción de agua, 1:2 y 1:4. Luego se procedió a filtrar la bebida obtenida. El proceso de filtración se realizó con un filtro de tela.

Una vez obtenido el filtrado, se procedió al agregado de los aditivos como el conservante, emulsio-

Tabla 1: Formulación de las bebidas a base de nuez de macadamia con distintos de tiempo de remojo y proporción de agua, 1:2 y 1:4 de proporción de agua, por 3hs y 4hs. L1: Bebidas primer lote, N1: nuez primer lote, Subíndices a, b, c y d corresponde al código individual de cada formulación.

Muestras	Bebida	Stevia	CMC	Conservante	Omega-3	Probiótico	Saborizante
L1N1a	97,5	0,5	0,1	0,1	0,5 caps.	0,15	1
L1N1b	97,5	0,5	0,1	0,1	0,5 emul.	0,15	1
L1N1c	98	0,5	0,1	0,03	0	0	1
L1N1d	99	0	0,1	0,03	0,5 caps.	0,15	0
Blanco	100	0	0	0	0	0	0

nante y saborizante con las proporciones detalladas en la Tabla 1, los códigos L1N1, corresponden a L

de leche, y N de nuez de macadamia el numero 1 indica que es el primer lote, y el blanco no contiene los aditivos. En el caso de la bebida de nuez se utilizó, Sorbato de potasio como conservante, CMC como emulsionante y saborizante de chocolate. Luego se procedió a la pasteurización de las bebidas, entre 70-80°C durante 20min. Finalmente se dejó enfriar a temperatura ambiente y se procedió al enriquecimiento con las capsulas y emulsión de Omega-3 y las capsulas con los probióticos. Esto se realizó después de la pasteurización debido a que el aceite de pescado puede llegar a oxidarse a altas temperaturas y perder sus propiedades y las cepas bacterianas pueden no resistir ese proceso. En la Figura 2 se puede observar el proceso de cocción, licuado y filtrado de las bebidas vegetales y el envasado de las mismas, y en la Figura 3 el flujograma de elaboración de las bebidas vegetales.



Figura 2. Proceso de elaboración de las bebidas de nuez de macadamia.



Figura 3. Flujograma de la elaboración de bebidas a base de nuez de macadamia.

Enriquecimiento de una bebida vegetal a base de Nuez de Macadamia

Tabla 2: Composición del análisis proximal de los frutos de nuez de macadamia, primer lote.

Muestra	%Humedad	%Cenizas	%Proteínas	%Grasas	%H.C
Nuez	2,03	1,02	7,1	65,6	24,34

En la Tabla 1 se observan los datos en porcentaje de aditivos utilizados en las formulaciones de las bebidas vegetales.

Análisis Sensorial: La intensidad percibida de las bebidas, fue analizada por 22 panelistas no entrenados (hombres y mujeres, de 25 a 65 años de edad). Los panelistas fueron instruidos previamente en los descriptores utilizados en este estudio. Se evaluó el color, aroma, sabor y textura de las 4 leches formuladas a fin de conseguir un perfil sensorial del producto. Se analizaron las leches a remojo de 3 hs en proporción 1:4 debido al mayor rendimiento. A continuación, se elaboraron dos análisis discriminatorios y de preferencia entre leches enriquecidas con capsulas y emulsiones.

El análisis se realizó el día 7 post-elaboración. Suponiendo que este producto tiene una vida útil de 30 días, el período corresponde con la primera mitad de ese período. Por último, se desarrolló un cuestionario de aceptación de compra del producto

Análisis fisicoquímico: Los índices físicos químicos determinados para analizar las bebidas fueron: humedad y contenido de material volátil mediante el método de la estufa de vacío, (AOCS Ja 2a-46, 2009), densidad relativa determinada utilizando un picnómetro calibrado a 20°C, índice de acidez mediante la técnica oficial (AOCS Ca 5a - 40, 2009), y contenido de proteínas por el método de Sorensen-Walker, utilizando un factor conversión de 2,24.

Resultados y Discusión

Ambos lotes de nueces de macadamia fueron evaluados respecto del tamaño de fruto, obteniéndose valores que variaron en el rango de 2,17- 2,22 g/

nuez de peso promedio mientras que el diámetro fue de 1,56 cm para el lote 1, y 1,58 cm para el lote 2.

Los análisis proximales de los frutos del presente trabajo se describen en las Tablas 2 y 3. De acuerdo con la USDA (2009) los contenidos de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y azúcar en las nueces de macadamia varían entre 1,4 – 2,1; 1,1 – 1,2; 7,9 – 8,4; 66,2 – 75,8 y 1,4 – 4,6%, respectivamente. La humedad, es coincidente con el rango de 1,7- 2,6% establecido por Monaghan (2008) para nueces de macadamia, y los datos reportados por USDA (2009). Las cenizas establecidas entre aproximadamente el 1 a 1,5% son coincidentes con datos reportados por otros autores (Monaghan, 2008).

Respecto del contenido proteico, los valores obtenidos para ambos lotes se encontraron en el rango de 7 al 9% aproximadamente. Estos datos están de acuerdo con algunos reportes de trabajos previos. Las muestras analizadas en el presente estudio mostraron diferencias significativas en el contenido de lípidos entre lotes, el porcentaje obtenido está dentro del rango del 60 – 75 %. Los valores de Carbohidratos obtenidos van del 7,95-11,89 %.

Elaboración y formulaciones de las bebidas:

Las bebidas de nuez fueron obtenidas a través de la molienda de los frutos, tras su maceración. Después del licuado y filtración, se evaluó la homogeneidad de la bebida realizando un análisis cualitativo y visual de separación de fases en 10 ml de bebida obtenida. Se ha encontrado que las leches de nueces de otras variedades se separan en tres fracciones (flotante, sobrenadante y precipitado) dentro de un breve período de tiempo de aproximadamente 30 minutos. Se considera que este comportamiento se correlaciona con el gran tamaño de los cuerpos de aceite presentes en la nuez (Gallier *et al.*, 2013)

Tabla 3: Composición del análisis proximal de los frutos de nuez de macadamia, segundo lote.

Muestra	%Humedad	%Cenizas	%Proteínas	%Grasas	%H.C
Lote 2	1,21	1,47	8,82	73,52	12,06

y la pobre solubilidad acuosa de la proteína (especialmente la glutelina). Las bebidas elaboradas mostraban comportamiento homogéneo (contenían CMC en la formulación), visualizándose trazas de residuos en las formulaciones 1:2. Las bebidas formuladas en relación sustrato: agua 1:2 y 1:4, no presentaron diferencias significativas respecto del proceso para la obtención del producto. Sin

embargo, el rendimiento obtenido con la relación 1:4 fue mayor con respecto al rendimiento en 1:2, siendo 566ml y 400ml respectivamente, por cada 100 g de materia prima.

Perfil lipídico de las Nueces de Macadamia:

El perfil de ácidos grasos de la fracción lipídica nuez, se presenta en la Tabla 4 donde puede observar que el contenido de ácido oleico es el más

Tabla 4: Perfil lipídico del aceite de nuez de macadamia.

Ácido Graso	Lote 1		Lote 2	
	Media	SD	Media	SD
14:0 MIRISTICO	0,43	0,01	0,3	0,21
15:0 PENTADECANOICO	0	0		0
16:0 PALMITICO	7,91	0,12	8,34	0,37
17:0 HEPTADECANOICO	0,1	0,05	0,12	0,05
18:0 ESTEARICO	4,81	0,23	4,2	0,25
20:0 ARAQUIDICO	3,29	0,11	3,12	0,47
22:0 BEHENICO	1,01	0,06	0,91	0,06
Σ	17,55	0,58	16,99	1,41
16:1 PALMITOLEICO	17,53	0,97	17,82	0,37
17:1 10-HEPTADECENOICO	0	0	0	0,02
18:1n9c+t OLEICO	49,94	1,13	50,08	1,3
20:1 11-EICOSENOICO	1,58	0,21	1,54	0,24
22:1n9 ERUCICO	0	0	0	0
Σ	69,05	2,31	69,44	1,93
18:2n6c LINOLEICO	5,93	0,35	6,64	0,2
18:3n6 g-LINOLENICO	0,23	0	0,28	0,04
18:3n3 LINOLENICO	2,68	0	2,39	0,17
20:2 11,14-EICOSADIENOICO	0	0	0	0
20:3n6 EICOSATRIENOICO	0,75	0,02	0,51	0,01
20:4n6 ARAQUIDONICO	3,81	0,03	3,75	0,13
20:5n3 EPA	0	0	0	0
22:6n3 DHA	0	0	0	0
Σ	13,4	0,4	13,57	0,55
Total	100		100	

alto. Estos resultados son ligeramente superiores con respecto a lo obtenido en otros reportes. Dentro de los ácidos grasos, se destaca el contenido de ácido palmítico seguido del esteárico. Los ácidos grasos monoinsaturados (MUFAs) fueron los preponderantes logrando valores cercanos al 70%, destacándose el contenido de oleico y palmitoleico.

Caracterización fisicoquímica de las Bebidas de Nuez de Macadamia: Las Tablas 5 y 6 resumen los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en las distintas formulaciones desarrolladas. El mayor contenido porcentual de cada bebida corresponde a la humedad, que van del 77 – 95%. Los valores de densidad se encontraron en el rango de 0,98-1,04 g/ml. El pH se encuentra en el rango

de 5,60-6,06. La acidez de todas las formulaciones analizadas mostró valores dentro del rango de 0,014 - 0,02% de ácido oleico. El porcentaje de proteínas arrojó valores dentro del rango de 0,78- 3,5 g% para las distintas formulaciones.

Análisis sensorial de las bebidas de Nuez de Macadamia: La aceptación de los consumidores de las bebidas y galletitas de nuez de macadamia, fueron evaluadas por un grupo de 22 catadores que completaron un cuestionario de 4 parámetros basado en un cuestionario de 9 niveles escala hedónica para cada pregunta y la predisposición de compra, la calidad sensorial se evaluó calificando su calidad general y predisposición de compra. De acuerdo con los puntajes sensoriales totales, todas las muestras exhibieron características sensoriales

Tabla 5: Composición fisicoquímica de las bebidas de nuez de macadamia, Primer Lote.

Código	Humedad (%)	Densidad (g/ml)	pH	Acidez (%)	Proteínas (%)
1:2, 2h					
L1N1a	89,89	0,98	5,6	0,017	1,12
L1N1b	90,6	1,02	5,8	0,017	1,12
L1N1c	90	1,03	5,6	0,014	1,12
Blanco	89,9	1,01	5,6	0,017	1,12
1:2, 3h					
L2N1a	87,82	1,00	6,06	0,011	1,12
L2N1b	89,36	0,99	5,70	0,017	1,12
L2N1c	77,69	0,99	6,00	0,017	0,78
Blanco	87,66	0,99	6,00	0,011	0,90
1:4, 2h					
L1N1a	90,45	1,01	5,9	0,02	1,12
L1N1b	88,56	0,98	6,0	0,02	0,90
L1N1c	90,00	1,01	5,7	0,016	0,78
Blanco	94,16	1,00	5,5	0,015	1,12
1:4, 3h					
L2N1a	88,00	1,01	5,8	0,016	1,12
L2N1b	92,7	1,04	6,05	0,018	1,12
L2N1c	88,48	1,01	6,0	0,017	1,12
Blanco	89,8	1,01	5,9	0,015	0,78

Tabla 6: Composición físico química de las bebidas de nuez de macadamia, Segundo Lote.

Código	Humedad (%)	Densidad (g/ml)	pH	Acidez (%)	Proteínas (%)
1:2, 2h					
L1N2a	93,34	0,98	6,21	0,08	2,38
L1N2b	94,32	0,97	6,46	0,03	2,38
L1N2c	92,24	0,97	6,51	0,07	2,15
Blanco	92	0,98	6,31	0,05	2,38
1:2, 3h					
L2N2a	92,22	0,99	6,21	0,07	1,85
L2N2b	91,68	0,97	6,5	0,06	3,18
L2N2c	91,79	0,98	6,6	0,05	2,38
Blanco	91,89	0,97	6,46	0,01	2,65
1:4, 2h					
L1N2a	92,26	0,96	6,2	0,07	1,85
L1N2b	97,89	0,97	5,45	0,06	0,90
L1N2c	89,45	0,97	6,21	0,09	5,3
Blanco	93,32	0,97	6,21	0,08	2,65
1:4, 3h					
L2N2a	87,91	0,96	6,24	0,065	2,12
L2N2b	98,43	0,97	6,25	0,09	3,18
L2N2c	88,11	0,95	6,41	0,1	2,65
Blanco	87,18	0,98	6,43	0,08	2,91

aceptables. En cuanto al sabor y color, no hubo diferencias estadísticas entre las formulaciones de bebidas. Solo algunos panelistas percibieron el olor a chocolates en la formula adicionada. No se percibió olor a pescado. La Tabla 7 muestra los valores obtenidos para las bebidas de nuez. Las bebidas con emulsión de Omega-3 no arrojaron, en general apreciaciones negativas en cuanto al

sabor ni al aspecto. En cuanto al color, blanco amarronado resultó el de mayor aceptación en la escala hedónica de 6 y 7, que no se muestra en la tabla, debido a que solo se demuestran las de mayor valor en la escala. Se mostraron diferencias significativas entre los valores de aceptación del producto, obteniéndose la bebida con código L2N1b la más aceptada.

Tabla 7: Evaluación sensorial de las bebidas de nuez del primer lote.

MUESTRA	Sabor	Aroma	Color	Aceptación
L2N1a	20	20	1	12
L2N1b	20	20	2	18
L2N1c	19	18	2	15
L2N1d	18	17	2	13
BLANCO	19	15	1	12

Conclusión

Se ha logrado una bebida vegetal uniforme, con un alto contenido nutricional y de buena aceptación por el público. Su composición fisicoquímica muestra que el contenido de proteínas es similar al de bebidas equivalentes, como las de almendras, esto debido a que no existen trabajos anteriores que hayan desarrollado bebidas de nuez de macadamia, que hayan sido reportados.

Con este estudio se ha logrado desarrollar una formulación de bebidas vegetales enriquecida con omega-3 y probiótico, siendo la elegida aquella que tiene mayor cantidad de agua en previo remojo de 3 h (1:4). Con el residuo logrado en el filtrado de la elaboración de bebidas, se desarrolló una harina de nuez (okara de nuez de macadamia), con la cual se elaboraron snacks.

De esta manera, los resultados sugieren trabajar en la optimización de la producción de estos productos para un desarrollo viable y así lograr productos nutricionalmente valorable y aceptable por el consumidor, utilizando insumos regionales y subproductos de distintos sectores industriales.

Contribución de los autores

Los autores contribuyeron de igual manera en la elaboración de este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Bibliografía

- AOAC. (1990). *Official Methods Of Analysis*. 15th Ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists. 1298 pp.
- AOCS. (2009). *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. Champaign: AOCS Press. 54 pp.
- Arranz, S., Perez, J.J. & Saura, C.F. (2008). Antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.): contribution of oil and defatted matter. *European Food Research and Technology*, 227: 425–431.
- Bernat, N., Chafer, M., Chiralt, A. & Gonzalez, M.C. (2014). Vegetable milks and their fermented derivative products. *International Journal of Food Studies*, 3(1): 93–124.
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8): 911–917.
- Burgain, J., Gaiani, C., Linder, M. & Scher, J. (2011). Encapsulation of probiotic living cells: from laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 104(4): 467–493.
- Comarella, C.G., Sautter, C.K., Ebert, L.C. & Penna, N.G. (2012). Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(spec.): 69–73.
- Chen, Y., Lu, Y., Yu, A., Kong, X. & Hua, Y. (2014). Stable Mixed Beverage is Produced from Walnut Milk and Raw Soymilk by Homogenization with Subsequent Heating. *Food Science and Technology Research*, 20(3): 583–591.
- De Toledo Piza, P.L.B. & Massaharu, L.M. (2014). Cultivo da macadâmia no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(1): 39–45.
- Gallier, S., Tate, H., & Singh, H. (2013). In vitro gastric and intestinal digestion of a walnut oil body dispersion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(2): 410–417.
- Gómez, C.J. (2004). *Obtención de Microorganismos Probióticos en un Medio no Láctico*. Tesis de Ingeniería. Bogotá: Universidad de los Andes. xvi + 151 pp.
- Ilbay Yupa, G.C. (2014). *Efecto de diferentes grasas con Omega 3 en la elaboración de una bebida hidratante a partir del suero de leche*. Tesis de Ingeniería. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. x + 126 + 42 pp.
- Mereles, L. & Ferro, E. (2015). Características físicas, composición centesimal y contenido de minerales en frutos de *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, cosechados en el departamento de Cordillera, Paraguay. *Rojasiana*, 14(1): 55–68.

- Mundo, M.N. & Nogueira N.R. (2010). O mercado da noz macadâmia e a agricultura familiar. *Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, (30): 1–10.
- Monaghan, E.K., Kshirsagar, H.H. & Venkatachalam, M. (2008). Chemical composition of edible nut seeds and its implications in human health. Pp. 11–36, in Alasalvar, C. & Shahidi, F. (Eds.). *Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects*. Boca Raton: CRC Press. xii + 326 pp.
- Salas, J.M., Ilabaca, A., Vega, M., & García, A. (2016). Biofilm forming *Lactobacillus*: new challenges for the development of probiotics. *Microorganisms*, 4(35): 1–14.
- Salvá Ruiza, R.B., & Fetta, V. X. (2017). Desarrollo de una bebida a partir de almendras dulces (*Prunus dulcis*). *Revista de Investigaciones de la Universidad le Cordon Bleu*, 4(2), 5–20.
- Silveira, R.M.B., Megías, S.M. & Baena, B.M. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿cerca o lejos? *Revista Española de Salud Pública*, 77(3): 317–331.