

FORMULACION DE BOCADITOS DULCES A BASE DE AMARANTO SIN GLUTEN

GLUTEN-FREE AMARANTH-BASED SWEET SNACK FORMULATION

**Teresa Malka¹, Renata Bomben², Luciana Balmaceda¹, Jorge Leporatti²,
Teresa Batlle¹, Stella Zaniolo¹**

(1) Departamento de Ingeniería de Procesos, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias,
Universidad Nacional de San Luis, Campus Universitario, Ruta 148 Ext. Norte, Villa Mercedes, San Luis - Argentina

(2) Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis,
Campus Universitario, Ruta 148 Ext. Norte, Villa Mercedes, San Luis - Argentina
(e-mail: smzaniolo@gmail.com)

Recibido: 10/12/2019 - Evaluado: 20/02/2020 - Aceptado: 24/03/2020

RESUMEN

Se desarrollan bocaditos dulces aptos para personas celíacas, usando amaranto popeado, chía, duraznos secos, soja texturizada, flakes de maíz y semillas integrales de sésamo, secados a 100 °C durante tiempos de 17, 18, 19 y 20 min.; son aglutinados con jarabe de glucosa, miel y lecitina de soja y saborizados con canela. Para determinar el tiempo de secado, 38 evaluadores no entrenados evalúan aceptabilidad sensorial utilizando los descriptores preferencia global, sabor y textura. Son envasados en polipropileno y almacenados en condiciones ambientales. Se evalúa quincenalmente índice de peróxidos (IP), dureza en forma instrumental con texturómetro y sensorialmente por panel entrenado; se determina actividad acuosa y se realiza análisis proximal mediante técnicas AOAC. Resultan preferidos los bocaditos secados 18 min., con dureza 1.674 gf, IP 3,78 meqO₂/ Kg grasa y actividad acuosa 0,40. Se obtiene un alimento a base de granos, fuente de proteínas, fibras y calcio y vida útil de 4 meses.

ABSTRACT

Sweet snacks suitable for celiac people are developed, using popped amaranth, chia, dried peaches, textured soy, corn flakes and whole sesame seeds, dried at 100 °C for 17, 18, 19 and 20 minutes; they are agglutinated with glucose syrup, honey and soy lecithin and flavoured with cinnamon. To determine the drying time, 38 untrained evaluators judge sensory acceptability using the overall preference, taste and texture descriptors. They are packaged in polypropylene and stored under ambient conditions. Peroxide index (PI), hardness is evaluated fortnightly in instrumental form with texturometer and sensorially by trained panel; water activity is determined, and proximal analysis is performed by AOAC techniques. Bits dried for 18 minutes are preferred, with hardness 1,674 gf, IP 3.78 meqO₂/ Kg fat and water activity 0.40. A grain-based food is obtained, a source of protein, fiber and calcium and a shelf life of 4 months.

Palabras clave: amaranto popeado, enfermedad celíaca, análisis sensorial, vida útil

Keywords: popped amaranth, celiac disease, sensory analysis, shelf life

INTRODUCCIÓN

El elevado incremento de la población mundial, los numerosos casos de enfermedad celíaca que se diagnostican a diario y la deficiencia proteica de alta calidad en la dieta de los argentinos de los últimos tiempos, crean la necesidad del desarrollo de alimentos sustitutos. Según reporte del Ministerio de Salud de la Nación Argentina, como resultado de diagnósticos tempranos, se ha podido identificar una cantidad creciente de pacientes asintomáticos. Sin embargo, es una enfermedad considerablemente subdiagnosticada debido a que puede manifestarse mediante un solo síntoma, varios síntomas simultáneos o que puede carecer de síntomas, confundiendo con otras afecciones (Pellicer *et al.*, 2014), actualmente 1 de cada 100 personas es celíaca (INDEC, 2010). La celiaquía es la intolerancia permanente al gluten, conjunto de proteínas presentes en el trigo, avena, cebada y centeno (TACC) y productos derivados de estos cuatro cereales (Casellas *et al.*, 2006).

Los alimentos sin gluten derivados de cereales son ricos en hidratos de carbono y grasas, y deficientes en algunos macronutrientes y micronutrientes. Es por ello, que las dietas libres de gluten pueden ocasionar a largo plazo dietas desequilibradas con deficiencia en algún nutriente. Los productos libres de gluten generalmente no se enriquecen o fortifican, y frecuentemente se obtienen de harinas refinadas o almidones, como consecuencia éstos no tienen la misma cantidad de nutrientes que sus homólogos con gluten. Estas divergencias en el perfil nutricional de los productos sin gluten y sus homólogos con gluten han propiciado una reformulación de estos últimos dirigida a conseguir productos nutricionalmente equilibrados proporcionando los nutrientes necesarios para las personas que se ven obligadas a seguir este tratamiento (Matos Segura & Rosell, 2011).

Para el desarrollo del producto se propone utilizar amaranto como principal ingrediente, fuente de proteínas de alta calidad (15 al 18%), balanceada en aminoácidos esenciales, vitaminas (A, B, C, B1, B2, B3), además de calcio, hierro, fósforo y magnesio. El amaranto contiene más lisina, triptófano y aminoácidos azufrados que los cereales (Bressani, 2006).

El secado es un proceso de importancia en la producción de alimentos; el propósito es reducir la actividad acuosa a fines de lograr largos períodos de almacenamiento conservando la calidad sensorial, nutricional e inocuidad del producto (Ocampo, 2006). Los cambios físicos y químicos durante una operación de secado pueden mejorar ciertas características de los productos esperados, pero también disminuir la cantidad de nutrientes y propiedades organolépticas (Olivera, 2012). Se considera que la textura es crítica en alimentos sometidos a secado, este proceso puede provocar endurecimiento de estos (Batlle *et al.*, 2016). También es importante destacar que en alimentos de baja actividad acuosa puede propiciarse rancidez oxidativa. Sin embargo, con un adecuado manejo, estas reacciones y cambios físicos pueden asegurar un alimento con un alto contenido en nutrientes, desarrollar color, aroma, textura, crocancia y cohesión y aumentar significativamente su vida media comercial o vida útil (Singh & Heldman, 2009). Para el envasado se opta por polipropileno biorientado teniendo en cuenta la composición del producto, por lo cual se busca un material que ofrezca una buena barrera a la humedad ambiente relativa como característica de mayor relevancia (Peula, 2017).

Los granos de amaranto se exponen a tratamiento térmico mediante calor seco para su popeado. Este proceso conlleva varios propósitos: obtener sabor, color y aromas agradables, mejorar la relación de eficiencia proteínica (PER) y la destrucción de factores antinutricionales, lo que hace más nutritiva a la semilla. También se produce la rotura de la capa fibrosa del pericarpio que recubre el grano, un incremento en la digestibilidad del producto y adquiere un sabor agradable a tostado lo cual hace que aumente su palatabilidad (Lema *et al.*, 2006). Además, el amaranto popeado o reventado adquiere mayor área superficial y porosidad lo que permite mejor adherencia al ligante en la preparación de las barras.

Los copos de maíz son ricos en magnesio, antioxidantes como el betacaroteno, y vitaminas del grupo B (B1, B3 y B9), contribuyendo a la crocancia, color y volumen del producto final (Cueto, 2016).

Las semillas de sésamo se caracterizan por ser ricas en minerales como magnesio, fósforo, cinc, cobre y calcio siendo este último el más relevante del grupo. Las de tipo integral presentan mayor cantidad de fibra. También son fuente de vitaminas del complejo B y E. De su contenido lipídico el 80% pertenece a las grasas poliinsaturadas fundamentalmente ácido linoléico y en menor cantidad alfa-linoléico. Poseen una cantidad elevada de proteínas (20% p/p). En su contenido aminoacídico se destaca la metionina, aunque es carente de lisina (Hernández-Monzón, 2014).

Las semillas de chía representan la fuente vegetal con más alta concentración de ácidos grasos Omega 3. Poseen un 33% de aceite, del cual el 62% es ácido linoléico y el 20% linoleico (Jiménez *et al.*, 2013).

El objetivo de este trabajo es desarrollar una formulación de bocaditos dulces, nutricionalmente equilibrados, aptos para personas con enfermedad celíaca, con propiedades organolépticas atractivas, empleando amaranto como principal ingrediente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación encuentra una nueva técnica de elaborar bocaditos aglutinados con productos no tradicionales, estudiando su impacto en su composición nutricional, en la vida útil de los mismos. Además, de su impacto en la aceptabilidad de evaluadores no entrenados.

Formulación de los bocaditos: se realiza un balance de los macronutrientes que componen los ingredientes propuestos, a fin de obtener un producto alimenticio nutricionalmente equilibrado sin trigo, avena, cebada o centeno (TACC), con importante aporte de calcio y proteína a la dieta.

Materias primas: se utilizan como ingredientes secos semillas popeadas de *Amaranthus cruentus* variedad Candil de cultivares de la Universidad Nacional de Río IV, flakes de maíz, semillas de sésamo integral, semillas de chía, duraznos deshidratados y soja texturizada. Para aglutinar estos ingredientes se utiliza una mezcla de glucosa, miel y lecitina de soja, adquiridos en el mercado local de productos con marcas registradas.

Elaboración del popeado de amaranto: las semillas de amaranto se popean utilizando técnica por contacto directo, en placa calefactora de acero inoxidable de doble pared, a temperaturas entre 180-190 °C, medidas con termómetro infrarrojo digital marca TES-1327 Electrical Electronic Corp., durante 4 segundos aproximadamente.

Preparación de los bocaditos: se pesan, en una balanza analítica marca OHAUS, modelo AR140, el jarabe de glucosa, la miel y la lecitina de soja, que mezclados forman el ligante. Esta mezcla se calienta hasta ebullición (100°C), simultáneamente se pesan los ingredientes sólidos secados a 100 °C durante 18 min en estufa de secado convencional marca SAN JOR, modelo SE43T. Posteriormente se mezcla con el aglutinante y se forman los bocaditos en moldes de plástico.

Envasado de los bocaditos: al retirar los bocaditos se los deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente, medida mediante un termómetro infrarrojo de superficie. Finalmente se envasan en bolsas de polipropileno biorientado de 40 micrones de espesor, se sellan y se almacenan en condiciones ambientales para los estudios posteriores.

Análisis de la composición del producto desarrollado: se realizan las siguientes determinaciones; Nitrógeno total AOAC 24.027, Materia grasa total AOAC 10166/67, Cenizas AOAC 14.006, Humedad AOAC 24.002, Fibra bruta AOAC 985.29 (A.O.A.C., 2005) y los Carbohidratos totales se determinan por diferencia.

Análisis de textura: se determinan los perfiles de textura en el producto terminado y los parámetros correspondientes (dureza) a través de ensayos de corte realizados con un texturómetro Brookfield CT3. El análisis de este descriptor se realiza sobre tres bocaditos de 40 mm de lado y 10 mm de espesor, bajo las siguientes condiciones: sonda TA7, velocidad de cabezal 0,8 mm/s, deformación máxima 50%, el parámetro

textural de fuerza máxima de penetración se relaciona directamente con la dureza de los bocaditos, que se expresa como la fuerza en gf necesaria para el corte de la muestra (Saavedra, 2017).

Análisis de actividad acuosa: se determina la actividad acuosa en el producto terminado como parámetro de inocuidad, con equipo AquaLab modelo Pawkit (Cardona Serrate, 2019).

Análisis Sensorial: se realizan ensayos para medir aceptabilidad mediante el método de ordenamiento por preferencia con paneles no entrenados de 38 catadores, se evalúa preferencia global, textura y sabor de la formulación secada a 100 °C durante los siguientes tiempos: muestra 1 a 18 min, muestra 2 a 19 min, muestra 3 a 20 min y muestra 4 a 17 min, utilizando una escala Hedónica de 4 puntos con extremos 1 = gusta más y 4 = gusta menos (Mejía Auquilla, 2019).

Estudios de vida útil: los bocaditos de mayor aceptabilidad se almacenan en condiciones ambientales en envases de polipropileno termosellados. Se evalúa quincenalmente sabor y textura por análisis sensorial por medio de un panel entrenado de 8 evaluadores. Las determinaciones de textura (dureza) se constatan con técnicas instrumentales, y el sabor (rancio-oxidado) con análisis del índice de peróxidos. Se adopta como límite máximo admisible para índice de peróxido (IP) 15 meq O₂/kg (indicador de rancidez) y para actividad de agua (a_w) 0,6 (indicador de inocuidad). También, se analiza la composición nutricional (proteínas, grasas totales, fibra, carbohidratos totales) al comienzo y al final del almacenamiento (López *et al.*, 2017). Todas las determinaciones se realizan por quintuplicado (Armenta Gálvez *et al.*, 2019).

Análisis estadístico: los datos obtenidos experimentalmente se analizan estadísticamente por ANOVA utilizando el programa R versión libre 3.5.1 (Hurtado & Silvente, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtiene un producto alimenticio de características organolépticas atractivas, con buena cohesión de ingredientes, adecuada textura, nutricionalmente equilibrado, apto para personas con enfermedad celíaca. Además, presenta un contenido proteico, superior a la mayoría de los productos similares. La formulación está integrada por 61,4% de materiales secos y 38,6% de fase húmeda o ligante. La fase seca está compuesta por 37,5% de amaranto popeado. Para la preparación del ligante se utiliza 77,4 % de miel, 21.1% de glucosa y 1,5% de lecitina de soja. Trabajos publicados muestran, en la mayoría de los productos comerciales similares, el promedio del contenido de proteínas es de tan sólo 5,5%, y su calidad proteica resulta menor en la medida que provienen principalmente de cereales (arroz, avena, maíz) (INTI, 2011).

El análisis químico de la composición de los bocaditos por 100 g de producto se muestra en la Tabla 1

Tabla 1: Análisis proximal de bocaditos de cereales

Determinación	% g de producto
Carbohidratos totales (por diferencia)	51,9
Proteínas	12,6 ± 0,3
Grasas totales	21,4 ± 0,1
Fibra bruta	4,4 ± 0,3
Cenizas	2,5 ± 0,2
Humedad	7,2 ± 0,1
Valor energético	451 kcal

Referencia: valores expresados como la media de tres determinaciones ±SD

Además, el producto obtenido puede calificarse como: alimento a base de granos, contiene granos enteros en porcentajes superiores al 50% y, según el código alimentario argentino (C.A.A.) es fuente de proteínas, supera

el mínimo de 10% de la ingesta diaria recomendada (IDR); fuente de fibras, supera el mínimo de 3,0 g de fibras / 100 g (sólidos); fuente de calcio, supera el mínimo de 15% de la IDR, además, sin agregado de conservantes. Para seleccionar las condiciones del secado de los ingredientes sólidos se realiza un diseño unifactorial completamente aleatorizado. Se adopta una temperatura constante de 100 °C y se analiza sensorialmente la respuesta frente a la variación del tiempo de exposición a esa temperatura de la mezcla de ingredientes sólidos, expuesta durante 18 min. (muestra 1), 19 min. (muestra 2), 20 min. (muestra 3) y 17 min (muestra 4). Los resultados de la prueba de aceptabilidad global, sabor y dureza muestran mayor preferencia para los bocaditos cuyos ingredientes sólidos fueron previamente secados a 100 °C durante 18 min (muestra 1). Este resultado se fundamenta por el efecto de la miel líquida como sustituto del azúcar en la elaboración de alimentos, encontrándose que la adición de miel tiene influencia en el aumento del contenido de humedad y, en la disminución de la actividad de agua cuando son tratados térmicamente, favoreciendo un aumento en la exudación de los bocaditos a mayor tiempo de exposición (Rodríguez Negrette, 2016)

Los datos obtenidos se procesan utilizando la fórmula del estadístico de Friedman con un nivel de significancia de 5%. Del análisis estadístico se concluye que no hay diferencia significativa para los descriptores sabor y dureza entre las muestras ($p > 0,05$). Cuando se evalúa preferencia global de las formulaciones se observa diferencias significativas entre las muestras ($p < 0,05$). Entonces, se lleva a cabo un ensayo de comparación múltiple para determinar qué muestras difieren significativamente. Los resultados que se muestran en la Tabla 2, indican que hay diferencia significativa entre la muestra 1 y las demás, también entre las muestras 2 y 4 y entre las 3 y 4. No hay diferencia significativa entre las muestras 2 y 3 ($\alpha = 0,05$). Por lo que se concluye que por preferencia las muestras 2 y 3 son equivalentes, siendo la muestra 1 la preferida en mayor grado.

Tabla 2: Ordenamiento de las cuatro muestras según preferencia global

Muestra	Totales
1	74 a
2	99 b
3	95 b
4	112 c

La actividad acuosa (a_w) del producto fresco es 0,40, este resultado propicia la estabilidad del producto. Para estos valores de a_w , el agua presente está unida a grupos polares, no disponible para reacciones químicas ni microbiológicas, lo que garantiza ausencia de hongos, levaduras y bacterias (Briceño Matías, 2019). Mediante el análisis microbiológico se corrobora la calidad higiénica sanitaria de los bocaditos, como se muestra en la Tabla 3, resultado que coincide con la literatura consultada.

Tabla 3: Resultados análisis microbiológicos de bocaditos

Ensayo	Muestra bocaditos
Recuento de hongos y levaduras	< 100 UFC/g
Recuento de coliformes totales	< 3 NMP/g
Presencia/ausencia de E. coli en 10g	Ausencia
Recuento de aerobios mesófilos	4,0 x 10 ² UFC/g

Referencia: UFC = Unidades formadoras de colonias; NMP = Número más probable

El IP para la muestra fresca es de 4,27 meq de O₂/ Kg de grasa. El valor de dureza resulta de 1671 gf., como otros alimentos crujientes, estos bocaditos son productos donde la textura puede ser un factor crítico en la calidad global. A fines del análisis estadístico, las mediciones de las propiedades fisicoquímicas de las muestras se realizan por quintuplicado.

Los resultados del efecto del almacenamiento sobre sabor y textura son determinados quincenalmente por evaluaciones sensoriales discriminativas (pruebas de diferencia con un control) y analizadas estadísticamente utilizando el programa R versión libre 3.5.1. Los datos obtenidos, analizados por el test Shapiro-Wilk, no muestran normalidad ni en su totalidad ni para sabor ni para dureza al 5% de significancia, por lo que se aplica un método no paramétrico, que reemplaza a la prueba t, en este caso se utiliza la prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Este comportamiento de no normalidad es justificable dado que se trata de resultados sensoriales. A los 135 días (18 semanas) de almacenamiento la prueba de Wilcoxon muestra diferencia significativa al 5% entre el testigo y la muestra, para el atributo sabor rancio oxidado p -valor = 0.01182 ($P < 0,05$).

Al evaluar el parámetro textura, a la décima semana, el análisis estadístico mostró diferencia significativa al 5% entre el testigo fresco y la muestra almacenada. Sin embargo, a pesar de haber disminuido la dureza, los bocaditos son aceptados sensorialmente, presentando una textura similar al de otras barras de cereales comerciales analizadas a fines comparativos. A la décima degustación (20 semanas de almacenamiento) los bocaditos pierden consistencia y se desgranar al tacto.

Las determinaciones sensoriales de textura se constatan con técnicas instrumentales. En la Figura 1 se muestran los registros de dureza promedios, con barras de error al 5% para dichos promedios, se puede observar la disminución de la textura (dureza) de los bocaditos durante el tiempo de envejecimiento.

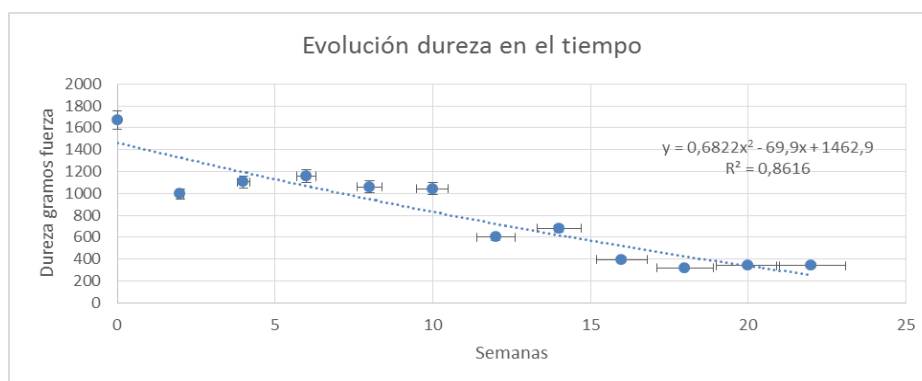


Fig. 1: Evolución de la dureza de los bocaditos, medida con texturómetro

El comportamiento textural evaluado por los catadores es similar a los resultados de dureza medidos con el texturómetro y similar a los resultados reportados para barras alimenticias del mercado (Velásquez Gonzalez, 2017). Los evaluadores perciben diferencias de dureza entre la muestra envejecida y el testigo fresco, a partir de la quinta degustación (semana 10). A las 20 semanas de almacenamiento (décima degustación), la dureza promedio medida es de 340,80 gf, este valor justifica la falta de cohesión y desgranamiento del producto.

Es interesante reparar que la textura es por definición una característica sensorial (Castro Montero & de Hombre Morgado, 2007) entonces, la utilidad de cualquier procedimiento instrumental está limitada por los datos obtenidos por una valoración sensorial. En este sentido puede notarse que según las mediciones instrumentales la dureza disminuye en la semana 18 a 321,8 gf, sin embargo, los catadores detectan sensorialmente este comportamiento en la semana 20. Dichos resultados son similares a lo expresado por otros autores quienes han encontrado correlación entre los resultados sensoriales e instrumentales, por ejemplo, para snacks extrudidos, para bocaditos de cereales salados y para otros alimentos crujientes (Paula & Conti-Silva, 2014)

Con respecto a la actividad acuosa, de 0,40 para la muestra recién elaborada, esta se incrementa a 0,516 a la semana de finalización de la vida útil, y en relación con las probables reacciones de deterioro, puede observarse que en este rango es probable la alteración de las grasas, especialmente de los ácidos grasos insaturados. Del análisis estadístico de los datos experimentales del índice de peróxido, se deduce que no ocurre oxidación de lípidos durante el almacenamiento en el período estudiado (22 semanas) dado que este índice no ha sufrido

variaciones significativas al 5% de significancia. Este comportamiento puede deberse a que, en la zona de actividad acuosa comprendida entre 0,25 a 0,8 el agua se localiza en diferentes capas estructuradas y en microcapilares, ejerciendo un efecto protector sobre todo contra las reacciones de oxidación de lípidos, actuando como barrera del oxígeno (Jiménez *et al.*, 2013). Por otra parte, la lecitina utilizada en la fase ligante, además de ser emulsionante es una sustancia que en forma natural evita la autooxidación de los lípidos (De Hombre Morgado & Díaz Abreu, 2001).

La humedad se incrementa en un 2,7% y probablemente podría ser retenida por la miel, altamente higroscópica, con el consecuente ablandamiento del ligante (Estrada Jiménez, 2017).

En la determinación de gluten se obtiene un valor inferior 1,5 mg de gluten/Kg de bocadito. Este valor permite inferir que los bocaditos son aptos para personas con enfermedad celíaca, de acuerdo al art. 1383 del código alimentario argentino "un alimento libre de gluten no podrá superar el contenido máximo de 10 mg de gluten/Kg de alimento".

CONCLUSIÓN

Se ha desarrollado un alimento a base de granos, nutricionalmente equilibrado, que contiene 12,6% de proteínas, 51,9 % de carbohidratos, y 21,4% de grasas totales, por lo que es fuente de proteínas, fibras y calcio de acuerdo a los límites máximos fijados, para estos parámetros, por el Código Alimentario Argentino y responde a los Rangos Aceptables de Distribución de Macronutrientes para Dietas Saludables, establecidos por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EEUU, con alta aceptación por parte de los catadores y apto para personas con enfermedad celíaca, sin el agregado de conservantes. Con respecto a su vida útil se concluye que, a pesar de que los análisis químicos y el IP realizado a los bocaditos no llegaron a su valor límite, el fin de la vida útil queda determinada por la disminución en la dureza. La muestra se ablandó perdiendo la aceptabilidad sensorial al quinto mes de almacenamiento. Además, El material de envase utilizado, polipropileno biorientado, permite mantener los bocaditos de cereales en buenas condiciones de humedad, actividad de agua y aceptabilidad sensorial durante cuatro meses.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Mag. Marcela Rivarola, responsable del Servicio de Traducción del Área de Idiomas (FICA, UNSL), por la traducción del resumen en el presente trabajo.

REFERENCIAS

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis 18 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.

Armenta Gálvez, J.M., Toscano Palomar, L., Gómez Puentes, F.J., García Gómez, G., Valenzuela Espinoza, I.G., & Luis, Blancas Wong, L. (2019). *Análisis Físico-Químico de Barra Alimenticia a Base de Semillas y Nueces*. In Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología (Vol 2): XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas (Vol. 2, p. 133). OmniaScience.

Battle, T.A., Zaniolo, S.M., Leporati, J.L., Balmaceda, M.L., Bomben, R.M. & Malka, M.T. (2016). Influence of drying variables in organoleptic quality of salty snacks based on amaranth. *Av. Cienc. Ing.*, 7(4), 47-46. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323649144006>

Bressani, R. (2006). *Studies on the industrialization of amaranth grain: chemical and nutritional characterization of intermediate and final products of processing*. Project FODECYT N° 23-2002 Universidad del Valle de Guatemala. <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202002.23.pdf>

Briceño Matias, N. M. (2019). *Obtención y caracterización de una barra energética a partir del banano (Musa paradisiaca) y maní (Arachis hypogaea) con fines de aceptabilidad*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura. Available from: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1877/IND-BRI-MAT-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cardona Serrate, F. (2019). *Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones*. Available from: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121948/Cardona%20%20ACTIVIDAD%20DEL%20AGUA%20EN%20ALIMENTOS:%20CONCEPTO,%20MEDIDA%20Y%20APLICACIONES.pdf?sequence=1>

Casellas, F., López Vivancos, J. & Malagelada, J.R. (2006). Current epidemiology and accessibility to diet compliance in adult celiac disease. *Rev. Esp. Enferm. Dig.*, 98 (6), 408-419. From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16948540>

Castro Montero, E. & de Hombre Morgado, R.A. (2007). *Parámetros mecánicos y textura de los alimentos*. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121381>

Cueto, M.A. (2016). *Transformaciones físico-químicas de granos de maíz en la elaboración de laminados y extrudados para el desayuno*. Disertación Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. From: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5964_Cueto.pdf

De Hombre Morgado, R. & Diaz Abreu, J. (2001). *Texture of solids and semi-solids*. From: Methods to measure physical properties in food industries Editors Alvarado, J y Aguilera, J. 1a ed ISBN 8420009393. España. Editorial ACRIBIA, pp. 109-134.

Estrada Jiménez, J.E. (2017). *Procesamiento y vida en anaquel de miel de abejas peruanas*. Titulación por Examen Profesional, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3004/Q02-E88-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández-Monzón, A., García-Pedroso, D, Calle-Dominguez J. & Duarte, C. (2014). Development of a cookie with roasted and ground sesame seeds. *Revista de Tecnología Química*, 34 (3), 240-250. from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222461852014000300003&script=sci_arttext&tlng=en

Hurtado, M.J.R. & Silvente, V.B. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Reire*, 5 (2), 83-100.

INDEC (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos. National Population, Household and Housing Census. https://sitioanterior.indec.gov.ar/preguntas_eng.asp

INTI (2011). Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Report N°15 Cereal bars. Performance report. Cereal and oilseed center. Available from: http://www.inti.gov.ar/productos/pdf/barritas_cereal2011.pdf

Jiménez, P., Masson, L. & Quiral, V. (2013). Chemical composition of chia seeds, flaxseed and rosehip and its contribution in omega-3 fatty acids. *Rev. Chil. Nutr.*, 40 (2), 155-160. Available from <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000200010>

Lema, A., Piccoli, W., Martinello, M., Peiretti, G. & Galimberti P. (2006). *Technological development for the blow up of amaranth grains*. Actas del V Congreso Argentino de Ingeniería Química y XXII Congreso Interamericano de Ingeniería Química. ISSN 1850 3519 – ISSN 1850 3535. Buenos Aires-Argentina

López, S., Chávez, S.G., & Chuquizuta, T.S. (2017). Evaluación de la vida útil de dos frutas usando un envase biodegradable de yuca (*Manihot esculenta*). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19 (4), 373-380.

Matos Segura, M.E. & Rosell, C.M. (2011). Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. *Plant Foods Hum Nutr.*, 66(3), 224-30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-011-0244-2>

Mejía Auquilla, M. F. (2019). Desarrollo de una metodología para el entrenamiento de un grupo de jueces y propuesta para el uso de las herramientas del análisis sensorial en la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Azuay. Bachelor's thesis, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay. Available from <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9475/1/15111.pdf>

Ocampo, A. (2006). Kinetic model of mango pulp drying. *Rev. EIA.*, 3(5), 119-128. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372006000100011

Olivera, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier, M., & Apro, N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 18-25.

Paula, A.M & Conti-Silva, A. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal Food Engineering.*, 121, 9-14.

Pellicer, K.E., Huber, B., Benítez, F., Bigeon, G.I., Barbero, R., Salum, L., *et al.* (2014). Actualización en legislación de alimentos para celíacos. *Analecta Veterinaria*, 34(1 y 2), 26-32.

Peula, M.R. (2017). *Envasado y empaquetado de productos alimentarios*. INAD0108. IC Editorial.

Rodríguez Negrette, A.C. (2016). Desarrollo y caracterización de un alimento tipo snack por secado de geles mixtos de proteínas de lactosuero y miel. Tesis de Magister, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55877/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Saavedra, W.C. (2017). *Análisis de textura en cereales*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo. Available from: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9783/SAAVEDRA%20YSLADO%20WILBER%20CESAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y;biblioteca>

Singh, R.P. & Heldman, D. R. (2009). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. Ed. Acribia.

Velasquez Gonzalez, A.S. (2017). *Efecto de la sustitución de salvado de avena (Avena sativa) por residuos de piña (Ananas comosus) deshidratados sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias, Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Privada Antenor Orrego. http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3658/1/RE_IND.ALIM_AMPARO.VELASQUEZ_SALVADO.DE.AVENA_DATOS.PDF

