



FORMULACIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS A BASE DE MANGO, PIÑA Y BANANA ENRIQUECIDAS CON PROTEÍNA DE SOYA Y ALOE VERA

Corobo Cristopher¹, González César²

¹Departamento de Ingeniería Química, Vicerrectorado Barquisimeto, Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Venezuela. ²Programa Ingeniería Agroindustrial. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Venezuela. cocb91@gmail.com, cesargonzalez@ucla.edu.ve

ASA/EX -2015-25.

Recibido: 08-06-2015

Aceptado: 08-04-2016

RESUMEN

Se formularon barras alimenticias a base de mango (*Mangifera indica* L.), piña (*Ananas comosus*) y banana (*Musa sapientum*), con adición de proteína de soya (*Glycinemax*) y aloe vera (*Aloe barbadensis*), como alternativa saludable en la dieta de preadolescentes con edades comprendidas entre 8 y 12 años. Para ello, se definió el aporte energético recomendado por expertos para estas edades (1157 Kcal/día). Se establecieron los tratamientos previos requeridos por las materias primas, y se emplearon criterios sensoriales para la generación de dos formulaciones, constituidas por diferentes proporciones tanto de pulpa como de epicarpio deshidratado de las frutas en estudio, y demás ingredientes. Ambas fueron sometidas a un análisis proximal, cuantificando la cantidad de macronutrientes (en promedio registraron 63,6; 14,67 y 5,71 g/100g de muestra de carbohidratos, proteínas y grasas, respectivamente), así como cenizas, fibra cruda y humedad (2,37, 4,15 y 9,5 g/100g respectivamente), fueron comparadas estadísticamente con barras alimenticias comerciales. Asimismo, se evaluó la aceptabilidad de las formulaciones por medio de pruebas afectivas utilizando escala hedónica de cinco puntos empleado un panel constituido por 86 preadolescentes. Los resultados del análisis sensorial evidenciaron la aceptación de ambas formulaciones. La comparación por atributo (gusto, color y textura) entre ambas fórmulas no registró diferencias estadísticamente significativas. El atributo gusto, alcanzó la mayor calificación por el panel de consumidores, mientras que el color, fue el atributo con menor calificación y la textura en ambas formulaciones recibió igual calificación. La composición nutricional de las barras formuladas, están ajustadas a los requerimientos alimenticios para escolares de edades comprendidas entre 8 y 12 años.

Palabras clave: Barras alimenticias, frutas deshidratadas, soja, *aloe vera*, preadolescentes.



FORMULATION OF FOOD BARS USING MANGO, PINEAPPLE AND BANANA WITH SOY PROTEIN AND ALOE VERA ADDED

ABSTRACT

Food bars were formulated with mango (*Mangifera indica* L.), pineapple (*Ananas comosus*) and banana (*Musa sapientum*), with addition of soy protein (*Glycinemax*) and aloe vera (*Aloe barbadensis*), as a healthy alternative in the diet Of preteens with ages between 8 and 12 years. For this, we defined the energy input recommended by experts for these ages (1157 Kcal / day). The previous treatments required by the raw materials were established, and sensorial criteria were used for the generation of two formulations, constituted by different proportions of both pulp and dehydrated epicarp of the fruits under study, and other ingredients. Both were subjected to a proximal analysis, quantifying the amount of macronutrients (averaging 63.6, 14.67 and 5.71 g / 100 g of carbohydrate, protein and fat, respectively), as well as ash, crude fiber and (2.37, 4.15 and 9.5 g / 100 g respectively) were compared statistically with commercial feed bars. Likewise, the acceptability of the formulations through affective tests using a five-point hedonic scale was evaluated using a panel of 86 preadolescents. The results of the sensorial analysis evidenced the acceptance of both formulations. The comparison by attribute (taste, color and texture) between both formulas did not show statistically significant differences. The taste attribute, reached the highest rating by the panel of consumers, while the color, was the attribute with lower rating. The nutritional composition of the formulated bars is adjusted to the nutritional requirements for schoolchildren aged 8 to 12 years.

Key words: Dietary bars, dehydrated fruits, soybean, *aloe vera*, preadolescents.



INTRODUCCIÓN

Las barras alimenticias o energéticas son un tipo de *snack* dulce, las cuales funcionan como suplemento de las comidas diarias, aportando energía de forma rápida y efectiva por su alto contenido de carbohidratos. Entre ellas, se encuentran las barras de frutas deshidratadas, definidas por Rabello y Da Silva (2005) como “un *snack* natural o *snack* dulce, hecho a base de frutas deshidratadas y otros ingredientes complementarios”. Al ser comparadas con otros alimentos, con similares características y funciones, cuentan con un aporte nutricional muy completo. Se puede encontrar en ellas macronutrientes (grasas, proteínas, carbohidratos), y minerales. Además, son fáciles de consumir, ya que no requieren ninguna preparación y pueden representar un vehículo para incorporar fibra, vitaminas y otras propiedades funcionales, aspectos de gran importancia en el desarrollo de productos innovadores. (Oliveira *et al.* 2015).

Considerando este aspecto y aunado a que se ha evidenciado que una dieta balanceada es de suma importancia para el correcto desarrollo y buen rendimiento de los niños, las barras alimenticias representan una alternativa viable dentro de la constante búsqueda de nuevas tecnologías alimenticias.

Por otra parte, una nutrición balanceada, donde se cumplan los requerimientos alimenticios establecidos por expertos, constituye un elemento fundamental para el óptimo desarrollo psicomotor y somático del escolar, en consecuencia, es un factor con alta incidencia en su desempeño académico. Así, la búsqueda de nuevas alternativas de alimentos altamente nutritivos y económicos ha sido un tema de gran interés en los últimos años en diversos países de América Latina (Coello, 2011).

En el marco de los señalamientos planteados, se formularon barras alimenticias a partir de las necesidades calóricas recomendadas para pre-adolescentes con edades entre los 8 y los



12 años, elaboradas a partir de frutas tropicales, tales como: mango, piña y banana, deshidratadas, así como proteína de soya y aloe vera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fase I. Identificación y caracterización de la materia prima.

Para la elaboración de las barras se emplearon tres frutas: piña (*Ananas comosus*), mango (*Mangifera indica* L.) y banana (*Musa sapientum*) de las variedades Española Roja, Keitt y Hartón, respectivamente. Los frutos fueron cosechados en estado de madurez fisiológico, provenientes de plantaciones ubicadas en El Tocuyo, municipio Morán, y Bobare, municipio Iribarren, estado Lara. Del mismo modo se consideró la adición de soya texturizada (de marca comercial), nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*) suministrada por la unidad productiva de FUDECO, ubicada en Villanueva, parroquia Hilario Luna del Estado Lara, miel (de una marca comercial), aloe vera, producida en el estado Lara y goma xantana como agente aglutinante.

Para determinar los rangos de algunos de los parámetros más importantes de las tres frutas utilizadas se tomaron como referencia las establecidas por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros empleados para la caracterización de las frutas utilizadas.

Parámetro	Norma Venezolana
pH	1315 (1979). Alimentos. Determinación del pH (acidez iónica).
Sólidos solubles	924 (1983). Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por Refractometría.
Acidez	1151 (1977). Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez.
Azúcares reductores y totales	3107 (1994). Azúcar. Determinación de azúcares reductores.
Humedad	1077 (1997). Leche y sus derivados. Determinación de humedad (2da revisión).
Cenizas	1456 (1990). Pulpas. Determinación de cenizas

Fase 2. Acondicionamiento de la materia prima.

Acondicionamiento de la soya texturizada:

consistió en la inmersión en agua hirviendo durante 20 minutos de la proteína de soya aislada, escurrido en un tamiz y secado en deshidratador ($60 \pm 3^\circ\text{C}$ por 7 horas) con el fin de aportar el gusto y la textura deseada.



Molido de las nueces: fueron trituradas en molinillo marca Peabody, modelo Peme9103; el tamaño de partículas fue regulado haciéndolas pasar por un tamiz (harina empleada compuesta por partículas $\leq 2000\mu\text{m}$).

Deshidratación del mesocarpio y epicarpio de las frutas: con la finalidad de alcanzar un nivel de humedad que se adecúe a los requerimientos de las barras, los tres frutos empleados (mango, piña y banana), fueron seleccionados (estado de madurez fisiológica), descartando aquellos frutos sobremaduros o que evidenciaban alguna anomalía de carácter físico o microbiológico. Posteriormente, fueron lavados con abundante agua potable, para luego remover manualmente el epicarpio y la semilla (en el caso del mango, la cual fue desechada). La pulpa (mesocarpio), fue troceada (1cm de grosor), y sumergida en una solución de ácido cítrico al 1% por 5min.

Transcurrido el tiempo establecido, fueron deshidratadas en un deshidratador de bandejas a $60\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ por 8 horas con una humedad relativa de $(55 \pm 5)\%$, semejante al secado de residuos de guayaba llevado a

cabo por Cervantes (2011), comenzando con humedades del 74,42 para el cambur, 87,14 para el mango y 89,66% para la piña, alcanzando valores de humedad en un rango de 9 al 12% para cada lote de frutas deshidratadas. Este rango fue seleccionado, en el proceso de secado se pretende disminuir el contenido de agua a valores por debajo de 10%, para no permitir el crecimiento de bacterias y hongos y, además retrasar lo más posible el desarrollo de ácaros e insectos en el producto (Barbosa y Vega, 1996) Además, se usó una solución de ácido cítrico al 0,6%, en la cual fueron sumergidas las frutas durante 5 min antes del cada secado, con el objetivo de disminuir la velocidad de pardeamiento de éstas, en especial la del cambur, obteniéndose trozos de frutas deshidratadas de un color bastante parecido al de la fruta fresca, gracias al efecto inhibidor sobre la polifenoloxidasas. La apariencia final alcanzada por los trozos de frutas al concluir su deshidratación, puede apreciarse en la Figura 1.





Figura 1. Frutas deshidratadas utilizadas en la preparación de las barras

Una vez enfriadas fueron molidas. El epicarpio de las frutas, fue troceado igualmente y deshidratado bajo las mismas condiciones definidas para el mesocarpio, obteniendo de esta manera una harina constituida por el epicarpio de las frutas.

Obtención de los cristales de Aloe vera:

una vez cortadas las pencas, se removió manualmente la capa externa, obteniendo de esta manera el cristal, el cual fue enjuagado con abundante agua potable, hasta la remoción de residuos de acíbar. Luego fue troceado manualmente hasta alcanzar 2cm de grosor.

Fase 3. Formulación y preparación de las barras alimenticias.

Las fórmulas más adecuadas para las barras alimenticias propuestas fueron obtenidas a partir de los requerimientos calóricos necesarios para niños y niñas con edades comprendidas entre 8 y 12 años, información proporcionada por el Instituto Nacional de Nutrición. Estas son presentadas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de referencia de energía para la población venezolana según edad y sexo.

Grupos de edad	Tasa de metabolismo basal (Kcal/día)	
	Masculino	Femenino
8	1054	1043
9	1121	1111
10	1184	1123
11	1227	1170
12	1305	1227

Fuente: Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana (INN, 2012).

Se consiguió así que, en promedio, la tasa de metabolismo basal recomendada para niños y niñas debe ser entonces de 1157 Kcal/día, distribuidas en macronutrientes, según recomendación de la OMS (Olivera et al, 2012), como se presenta en el Cuadro 3. Por otra parte, con el fin de generar y elaborar la fórmula más adecuada a los requerimientos nutricionales establecidos, se siguió la secuencia de pasos presentada en la Figura 2. En base a dicha secuencia, se realizó una propuesta detallada del diagrama de proceso para la producción de las barras alimenticias a escala industrial, definiendo las condiciones de las corrientes del proceso, sus fracciones másicas, así como



la descripción pormenorizada de cada uno de los equipos requeridos.

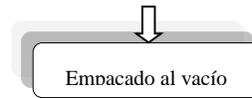
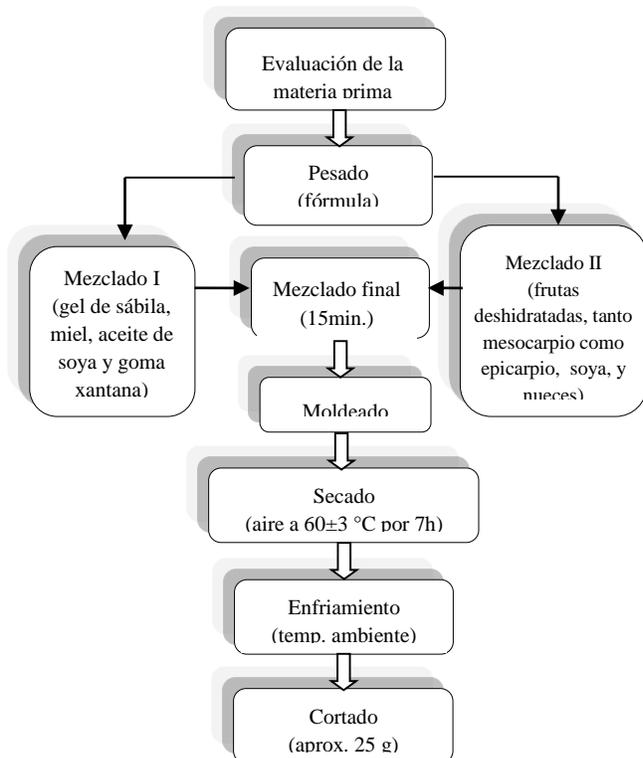


Figura 2. Esquema empleado para la elaboración de las barras alimenticias.

Cuadro 31. Fórmula calórica recomendada para la distribución de energía en macronutrientes

Macronutriente	Porcentaje recomendado	Aporte energético (Kcal/g)
Carbohidratos	55	4
Grasas	30	9
Proteínas	15	4

Se elaboraron dos formulaciones, las cuáles fueron elegidas basándose en factores como la disponibilidad de la materia prima, la afinidad para integrarse los ingredientes, los requerimientos calóricos necesarios y las características organolépticas del producto final. Las cantidades de los ingredientes fueron calculadas con ayuda del software Microsoft Excel, a partir de los aportes energéticos de cada uno (Cuadro 4).



En la primera (identificada como Fórmula I), fueron considerados adicionalmente criterios sensoriales del equipo de investigación, integrado por 5 personas, los cuales a través de reuniones informales, degustaron 3 preparaciones elaboradas con anterioridad, compuestas por diferentes proporciones de los ingredientes mencionados. La segunda formulación (identificada como Fórmula II), surgió como respuesta de la



ponderación y los señalamientos indicados por los panelistas durante la evaluación sensorial efectuada en la primera formulación, en la cual se consideraron algunos cambios para mejorar las cualidades del producto final.

Cuadro 4. Formulaciones para las barras alimenticias.

Ingrediente	Proporción en el producto (%)	
	Fórmula I	Fórmula II
Banana	14	12,2
Mango	14	14,2
Piña	14	15,6
Soya texturizada	14,7	14,4
Nuez de Macadamia	5	5,2
Miel	24	24
Aloe vera	6	6,4
Aceite de soya	4,3	5
Conchas de frutas	3	2
Goma Xantana	1	1

Fase 4. Evaluación de las barras alimenticias.

1.- Análisis proximal: la valoración global de los macronutrientes aportados por las barras formuladas, fue realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal del Decanato de Veterinaria de la UCLA. El análisis proximal consistió en la determinación, a través de los procedimientos oficiales de la Asociación Americana de Químicos Analíticos

(AOAC), del contenido de proteína cruda, lípidos o extracto etéreo, fibra cruda y cenizas, además de materia seca y extracto libre de nitrógeno. Las especificaciones de los diversos métodos empleados son detalladas en el cuadro 5.

Cuadro 5. Metodología empleada para el análisis proximal.

Parámetro	Método
Materia seca	Secado en estufa a 70°C hasta peso constante.
Proteína cruda	Método de Kjeldahl.
Extracto etéreo	Método Soxlet (extracción con éter de petróleo).
Fibra cruda	Extracción con diversos solventes en medio tanto ácido como alcalino.
Cenizas	Incineración en mufla.
Extracto libre de nitrógeno	Cálculos matemáticos.

2.- Análisis sensorial: para evaluar la aceptación del producto formulado en cuanto a sus características organolépticas, se efectuó una prueba afectiva, que permitió conocer el nivel de agrado de las muestras. Se empleó un panel de consumidores integrado por 86 preadolescentes con edades comprendidas entre los 8 a 12 años, estudiantes de 5to y 6to grado de la Escuela Nacional Bolivariana "El Obelisco". La prueba de aceptabilidad se efectuó en dos



oportunidades. La primera, permitió evaluar la Formulación I, con los resultados obtenidos se modificó y se elaboró la Formulación II. Se evaluaron 3 atributos: color, textura y gusto. Para su ponderación, y dado al panel utilizado, se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, compuesta por representaciones de expresiones faciales (Figura 3), identificadas con los ítems correspondientes a cada expresión (desde me disgusta mucho a me gusta mucho).



Figura 3. Escala hedónica compuesta por representaciones figurativas empleadas en las pruebas de aceptabilidad.

Las barras elaboradas fueron almacenadas en condiciones de refrigeración hasta el día de la aplicación de las pruebas sensoriales. Se le proporcionó a cada panelista una porción de 20 g de muestra, junto con el instrumento de recolección de datos (planilla compuesta por la escala hedónica descrita para cada uno de los tres atributos). Las instrucciones así como la degustación fueron realizadas en las

instalaciones de la Unidad Educativa, previo consentimiento informado solicitado por escrito a cada representante.

Análisis estadístico: Los datos se analizaron estadísticamente por medio de una comparación de medias, a fin de determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre la aceptación de los atributos de ambas formulaciones. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) de una vía, utilizando el software Sigma Plot versión 12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas de la materia prima.

En el Cuadro 6, se muestran los valores de cada una de las características fisicoquímicas determinadas en el mango, cuyos valores de pH y sólidos solubles fueron superiores a los reportados por Briceño et al. (2005), mientras la acidez titulable fue inferior al valor conseguido por los mismos autores.

Cuadro 6. Características fisicoquímica de las pulpas de mango, banana y piña.

Parámetro	Mango	Banana	Piña
pH	5,57 ± 0,06	5,93 ± 0,06	4,57 ± 0,06
Sólidos solubles (°Brix)	21,8 ± 0,3	20,8 ± 0,3	13 ± 1
Acidez titulable	0,231 ± 0,003	0,38 ± 0,02	0,368 ± 0,004



(g/100g muestra)			
Azúcares reductores (g/100g muestra)	5,3 ± 0,1	13 ± 1	3,1 ± 0,1
Azúcares totales (g/100g muestra)	8,9 ± 0,2	17,38 ± 0,08	4,87 ± 0,09
Humedad (%)	87,1 ± 0,5	76,4 ± 0,1	89,7 ± 0,5
Cenizas (%)	0,44 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,24 ± 0,02

Por su parte, los azúcares, tanto reductores como totales, presentaron variaciones, siendo estos más elevados, con respecto a los obtenidos por los autores antes citados. Sin embargo, al comparar los mismos parámetros con los reportados por Arias *et al.* (2009), las diferencias no son significativas, exceptuando los azúcares totales y la humedad, cuyos valores difieren en mayor medida.

Con respecto a los valores obtenidos durante los mencionados análisis para el caso de la banana, el pH concuerda con los valores reportados por Barco *et al.* (2009) mientras que los sólidos solubles son levemente inferiores. Por otra parte, los azúcares, tanto reductores como totales, son mayores en este caso, en comparación con los determinados por Chacón *et al.* (1987), en esta investigación los frutos presentaban mayor grado de madurez. El

porcentaje de humedad fue superior al reportado por los mismos autores.

Finalmente, al observar los valores de los parámetros para la piña y compararlos con los reportados por García *et al.* (2013), se aprecia una tendencia del pH a ser más básico, asociado a la cantidad de ácidos predominante presentes en las piñas estudiadas, lo cual se refuerza al observar los valores, tanto de la acidez, como de los sólidos solubles, los cuales son ligeramente inferiores a los reportados por el referido autor. Por otra parte, en lo concerniente a los azúcares totales y reductores, estos no difieren en gran medida a los indicados por el mismo autor, siendo, en este caso, levemente más altos. Respecto a la humedad y las cenizas, los resultados obtenidos no difieren significativamente de los reportados por el Instituto Nacional de Nutrición (INN 2014). Estas variaciones pueden presentarse, principalmente, debido a la diferencia de condiciones en la siembra y manejo de los distintos cultivos, sin embargo existen innumerables factores que pueden alterar estos parámetros como por ejemplo: la madurez del fruto, las



condiciones de conservación, la variedad, entre otros.

Formulación y preparación de las barras alimenticias.

Se puede apreciar que en las formulaciones propuestas, las frutas representan la principal fuente de carbohidratos con un 42% de la barra, distribuido en proporciones diferentes en ambas formulaciones.

La miel representa la segunda fuente más importante de hidratos de carbono y constituye un 24% en ambas formulaciones. Por su parte, la soya texturizada, con un 14,7 y un 14,4% respectivamente para la Fórmula I y la Fórmula II, actúa como la fuente más significativa de proteínas, mientras que el aceite de soya, con un 4,3 y 5% aporta una cantidad sustancial de los lípidos en la barra complementándose con los lípidos aportados por la nuez de Macadamia.

La harina de epicarpio de frutas deshidratadas incorpora fibra como componente beneficioso mientras el aloe vera, una excelente fuente de componentes químicos y nutricionales para el desarrollo

y comercialización de nuevos productos para la industria de alimentos (Vega *et al.* 2005), aporta sus propiedades favorables para la salud, enriqueciendo así el producto final.

Se observa que el aporte energético teórico de las barras es de 172 Kcal para la Fórmula 1 y de 175 Kcal para la Fórmula 2 por cada 50g de alimento. Estos valores son bajos con respecto a lo conseguido por Ramos (2011) cuyo snack poseía 160 Kcal por cada 40 g de alimento y a los resultados de Ochoa (2012), quien formuló dos barras energéticas, una de quinua y una de amaranto, las cuales aportaban 426 y 443 Kcal, respectivamente, por cada 100g de alimento. Además, ambas fórmulas propuestas representan aproximadamente el 15% de la tasa de metabolismo basal recomendada para preadolescentes, un resultado elevado si se compara con el trabajo de Cajamarca e Inga (2012) quienes hallaron que la mayoría de los snacks aportan menos del 10% de energía diaria (en porciones con relación a una dieta de 2000 Kcal).

Se implementaron los tratamientos previos establecidos en la metodología



descrita, así como el mezclado necesario para la integración adecuada de los mismos, con el fin de obtener el producto final bajo las condiciones deseadas. En base a esto, se realizó la propuesta del diagrama de proceso para la producción de las barras alimenticias a mayor escala, definiendo las condiciones tanto de los equipos como de las corrientes del proceso. Éstos son presentados en la Figura 4 y Cuadros 7 y 8.

Evaluación de las barras alimenticias

1.- Evaluación proximal

En el Cuadro 9 son presentados los resultados de la composición proximal determinados experimentalmente. Los valores de humedad fueron diferentes para la Fórmula 1 y 2. Esta diferencia, es originada por el tiempo de secado más prolongado empleado para la elaboración de la Fórmula 2. Dicha variación, responde a la reformulación efectuada luego de la valoración de la primera fórmula, con la intención de aportar ciertas mejoras en cuanto a los atributos sensoriales (en especial la textura).

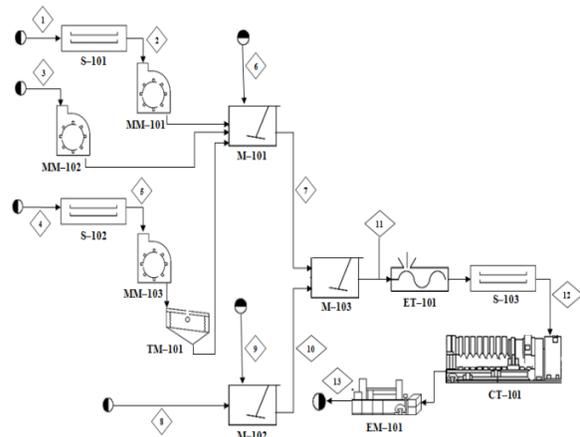


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de producción de las barras alimenticias propuestas

Son muy variadas las humedades encontradas por otros autores en barras energéticas. Sin embargo, para este tipo de producto, este parámetro normalmente presenta valores menores al 15%, como la barra formulada por Baú et al. (2010) cuya humedad fue del 12,5% ó las obtenidas por Ochoa (2012) con 8% para la de quinua y 7,3% para la de amaranto. Estos bajos contenidos de humedad son apropiados pues no favorecen la proliferación microbiana, y junto al azúcar, contribuye a la reducción de actividad de agua. Por otra parte, este aspecto también contribuye a beneficiar su textura, brindando crocancia (Baú et al. 2010).



Cuadro 7. Descripción de los equipos en el proceso de producción de las barras alimenticias.

Equipo	Descripción	Condiciones de operación	Tiempo de operación (h)	
S-101	Secador de bandeja.	Temperatura (°C)	60	7
		Presión (atm)	1	
		Humedad relativa (%)	55	
S-102	Secador de bandeja.	Temperatura (°C)	60	10
		Presión (atm)	1	
		Humedad relativa (%)	55	
S-103	Secador de bandeja.	Temperatura (°C)	60	7
		Presión (atm)	1	
		Humedad relativa (%)	55	
MM-101	Molino de martillo	Velocidad (r.p.m.)	2000	0,0833
MM-102	Molino de martillo	Velocidad (r.p.m.)	2000	0,167
M-101	Mezclador	Temperatura (°C)	25	0,25
		Presión (atm)	1	
M-102	Mezclador	Temperatura (°C)	25	0,25
		Presión (atm)	1	
M-103	Mezclador	Temperatura (°C)	25	0,5
		Presión (atm)	1	
TM-101	Tamiz vibrante inclinado sencillo	Malla (escala Tyler)	100	0,33
ET-101	Estrujador	Velocidad (r.p.m.)	10	-
CT-101	Cortadora/Moldeadora	Largo de la barra (cm)	7,5	-
		Ancho de la barra (cm)	3	-
EM-101	Empacadora	-	-	-

✓ **Proteína cruda:**

En la figura 5, son comparadas las proporciones de proteína de los valores experimentales, expresadas en porcentaje ($\text{g}_{\text{proteína}} / 100\text{g}_{\text{producto}}$) con los teóricos, y su contraste.

Cuadro 82. Descripción de las corrientes en el proceso de producción de las barras alimenticias propuestas.

Corriente	Descripción	Fracción másica
1	Cambur fresco	0,3333
	Mango fresco	0,3333
	Piña fresca	0,3333
2	Cambur deshidratado	0,3333
	Mango deshidratado	0,3333
	Piña deshidratada	0,3333
3	Nueces de macadamia	1,000
	Conchas de cambur fresca	0,3333
4	Conchas de mango fresca	0,3333
	Conchas de piña fresca	0,3333
	Conchas de cambur deshidratada	0,3333
5	Conchas de mango deshidratada	0,3333
	Conchas de piña deshidratada	0,3333
6	Soya texturizada	1,000
	Cambur deshidratado	0,1918
7	Mango deshidratado	0,2233
	Piña deshidratada	0,2453
	Soya texturizada	0,2264
8	Nueces de macadamia	0,0818
	Conchas de frutas deshidratadas	0,0314
	Miel	0,6780
9	Aloe vera	0,1808
	Aceite de soya	0,1412
10	Goma Xantana	1,000
	Miel	0,6593
	Aloe vera	0,1758
11	Aceite de soya	0,1374
	Goma Xantana	0,0275
	Cambur deshidratado	0,1220
12	Mango deshidratado	0,1420
	Piña deshidratada	0,1560
	Soya texturizada	0,1440
13	Nueces de macadamia	0,0520
	Miel	0,2400
	Aloe vera	0,0640
Idem 11	Aceite de soya	0,0500
	Conchas de frutas deshidratadas	0,0200
	Goma Xantana	0,0100
Idem 12	Idem 12	Idem 12
Idem 12	Idem 12	Idem 12

Cuadro 9. Composición nutricional de las barras alimenticias por cada 50 g de alimento.

Parámetro	Fórmula 1	Fórmula 2
Humedad (g)	6,0	7,00
Proteína cruda (g)	7,93	6,75
Extracto etéreo (g)	2,20	3,51
Fibra cruda (g)	2,37	1,79
Cenizas (g)	1,27	1,10
Extracto libre de nitrógeno (g)	30,2	33,4
Aporte energético (Kcal)	172	192

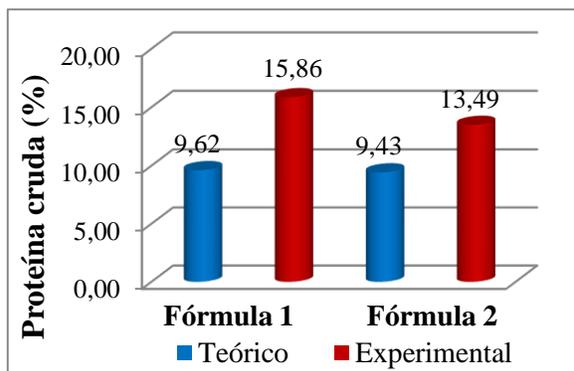


Figura 5. Contenido de proteínas para las dos fórmulas de las barras alimenticias en estudio.

En ambas formulaciones se aprecia como el contenido de proteínas determinado experimentalmente fue mayor al teórico esperado. Esto puede ser resultado de la variación de la soya texturizada comercial usada, pues ésta es la principal fuente de este macronutriente.

No obstante, las cantidades obtenidas y concordantes con las encontradas en investigaciones como la de Ochoa (2012) quien logró 5,8 y 6,1% en sus formulaciones o Ramos (2011) cuya barra poseía 10,58% de proteína. Sin embargo, de acuerdo con Freitas y Moretti (2006), los productos disponibles en el mercado presentan en promedio 4,4% de proteínas, esto es 2,2 g por cada 50 g de alimento, indicando un contenido proteico bastante elevado en las fórmulas desarrolladas.

✓ **Extracto etéreo:** en el caso de la barra, el extracto etéreo, mayormente está conformado por lípidos, ya que las vitaminas, presentes en menores cantidades, tienden a perderse en productos deshidratados. El porcentaje de grasas (g_{grasa} en $100g_{producto}$) en ambas formulaciones se presenta en la figura 6. Caso contrario al contenido de proteínas, el contenido de grasas determinado experimentalmente fue menor al teórico esperado. Sin embargo inferior en comparación con el alcanzado por Ochoa (2012) en sus barras, 16,4% y 19,4% y, no muy alejado del obtenido por Ramos (2011) cuyo producto presentó 6,87% de



grasas. Según Sampaio *et al.* (2004), las grasas en productos de este tipo encontrados en el mercado varía de 4,0% a 12,0%, mostrando como el contenido de grasas está dentro del rango esperado, factor bastante relevante pues son estas quienes aportan la mayor cantidad de calorías a la dieta.

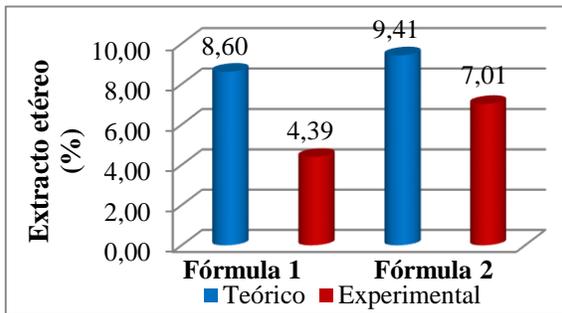


Figura 6. Contenido de grasas para las dos fórmulas de las barras alimenticias en estudio.

✓ **Cenizas:** La figura 7 presenta los resultados obtenidos para ambas formulaciones (expresados en porcentaje de cenizas en 100g de muestra).

Se observa que los valores experimentales no difieren en gran medida de los valores teóricos esperados. Ochoa (2012) registró valores de cenizas de 1,9% para ambas barras mientras que Ramos (2011) obtuvo 2,36%.

✓ **Extracto libre de nitrógeno:** el extracto libre de nitrógeno (ELN) se obtuvo por la diferencia del cien por ciento de la muestra menos la humedad (gramos de agua), la proteína cruda, el extracto etéreo, las cenizas y la fibra cruda, lo que representa una aproximación de los carbohidratos digeribles presentes en las barras. La Fórmula 1 presentó 30.2 g de carbohidratos mientras la Fórmula 2 registró 33,4 g.

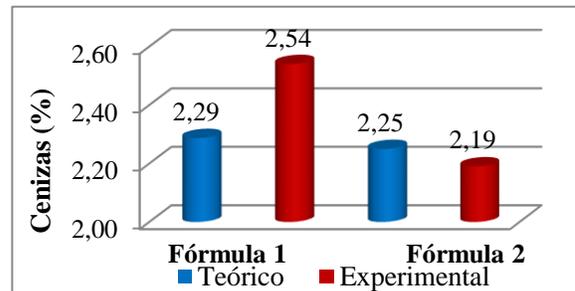


Figura 7. Contenido de cenizas para las dos fórmulas de las barras alimenticias en estudio.

La Fórmula 2 presentó un contenido mayor al teórico esperado mientras que en la Fórmula 1, la proporción de carbohidratos estuvo muy próxima al valor esperado. Estos contenidos de hidratos de carbono son semejantes a los de Ochoa (2012) cuyos productos tuvieron 63,8% (barra energética con quinua) y 60,9% (barra energética con amaranto). Por otra



parte, Ramos (2011) obtuvo un valor más elevado con el 74% de carbohidratos en su barra. Este alto porcentaje de este macronutriente es favorable puesto que permite recargar de manera muy rápida los depósitos de glucógeno.

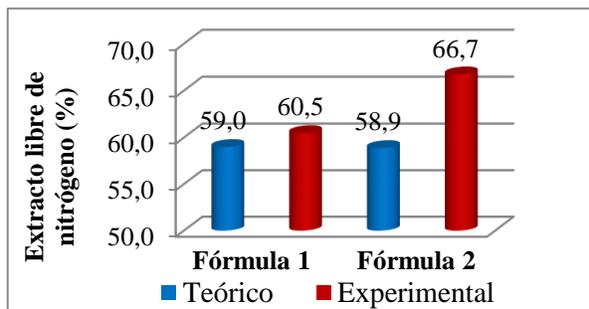


Figura 8. Contenido de hidratos de carbono para las dos fórmulas de las barras alimenticias en estudio.

✓ *Aporte energético*

El aporte energético experimental fue calculado a partir del contenido macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas) cuantificado. Se obtuvo 172 Kcal para la Fórmula 1 y 192 Kcal para la Fórmula 2 por 50 g de alimento. Se presentan estos contenidos en la figura 9.

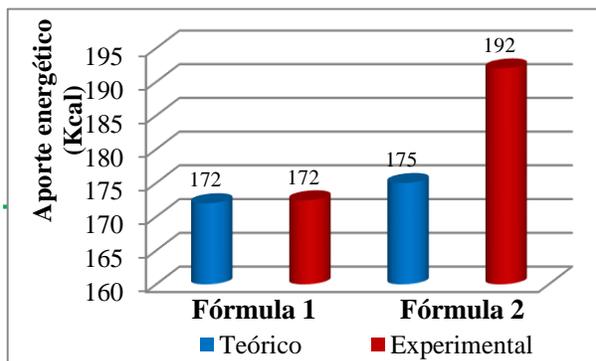


Figura 9. Aporte calórico de las dos fórmulas de las barras alimenticias en estudio por 50g de alimento.

Los aportes energéticos de la Fórmula 1 fueron los esperados teóricamente, mientras no lo fueron para la distribución de los macronutrientes. Para la Fórmula 2, ni la distribución de los macronutrientes ni el aporte fue el esperado. Se observa como el aporte experimental es mucho mayor al teórico, la cantidad de grasas es mucho mayor a la esperada y éste es el macronutriente que aporta más calorías.

Ochoa (2012) obtuvo para barras similares un aporte energético (por cada 50g de alimento) de 213 Kcal para la de quinua y 222 Kcal para la de amaranto, mientras Ramos (2011) logró un aporte de 200 Kcal. Se evidencia como los valores para ambas formulaciones son relativamente bajos al confrontarlos con los de los autores citados. No obstante, estos dependerán de la dieta a tomar en



cuenta a la hora de formular el alimento, en este caso una dieta de 1157 Kcal/día para escolares de 8 a 12 años, por lo cual el aporte representaría el 14,67% y el 16,59% del total de calorías diarias para la Fórmula 1 y la Fórmula 2 respectivamente, en concordancia con lo recomendado por expertos del Instituto Nacional de Nutrición (INN, 2012).

✓ **Fibra cruda:** la fibra cruda constituye los polisacáridos no disponibles y estos no son utilizables energéticamente (Valdés, 2006). Se consiguió para la Fórmula 1 una cantidad de 2,37g de fibra cruda mientras que la Fórmula 2 presentó una cantidad de 1,79 /50g. El contenido de fibra fue semejante al obtenido por Ochoa (2012), 4,4 para barra de quinua y 3,9% para la de amaranto. Por su parte, Ramos (2011) logró un mayor contenido con un 7,72%. Ochoa (2012) menciona que el contenido de fibra es cada vez más importante en la dieta; por los múltiples beneficios que aporta en los distintos procesos corporales. Por esta razón, se decidió agregar la harina de epicarpio de frutas deshidratadas a las barras formuladas.

Comparación de las barras alimenticias formuladas con barras comerciales

En el cuadro 10 se aprecia la composición nutricional de las barras elaboradas, Fórmulas 1 y 2, con barras que se comercializan en el mercado a nivel internacional.

Las barras formuladas presentan un alto porcentaje de proteínas mientras las grasas el porcentaje es menor, exceptuando la barra de Marca Comercial 2 la cual es también a base de frutas. Los hidratos de carbono y la fibra presentaron valores semejantes con excepción de la barra Marca Comercial 1, cuyo fin es ser adelgazante más que energético. Sin embargo, se nota como ambas formulaciones aportan mayor cantidad de calorías que las tres barras comerciales.

Cuadro 10. Composición nutricional de barras comerciales y las barras alimenticias formuladas.

	Fórmula 1	Fórmula 2	Marca Comercial 1	Marca Comercial 2	Marca Comercial 3
Descripción	Barra a base de frutas deshidratadas	Barra a base de salvado de trigo con pasas	Barra a base de frutas naturales y granola	Barra energética de amaranto	
Masa (g)	50	50	40	35	30
Proteína (%)	15,9	13,5	7,5	10,0	10,0
Grasas (%)	4,39	7,01	17,5	5,71	10,0



Carbohidratos (%)	60,5	66,7	50	57,1	66,7
Fibra (%)	4,73	3,58	17,5	4,29	6,67
Aporte energético (Kcal)	172	192	155	112	119

Fuente: Valores de marcas comerciales obtenidos de Ramos (2011) y Ochoa (2012).

Evaluación sensorial

Los juicios emitidos por los catadores para la prueba de aceptabilidad son representados en la figura 10. En ella se muestran las ponderaciones promedio obtenidas para los tres atributos sensoriales evaluados (color, textura y gusto). No se registró diferencias estadísticamente significativas, entre ambas formulaciones, en cuanto a los atributos sensoriales evaluados (gusto, color y textura).

Se observa para la Fórmula 1, que las puntuaciones para cada atributo sensorial estuvieron por encima de la puntuación 4, entre "me gusta" y "me gusta mucho" indicando la aceptación de los catadores, mientras para la Fórmula 2, se aprecia un menor agrado del atributo color (en promedio registro una valoración de 3,94), situándolo entre en los items "ni me gusta, ni me disgusta" y "me gusta", sin embargo

la textura y el gusto fueron aceptados (mayor a 4).

A pesar de ello, se sugiere el empleo de la fórmula 1, en base a las consideraciones derivadas de los resultados fisicoquímicos y sensoriales (mayor proporción de proteína, menor cantidad de grasa y mejor valoración de su color).

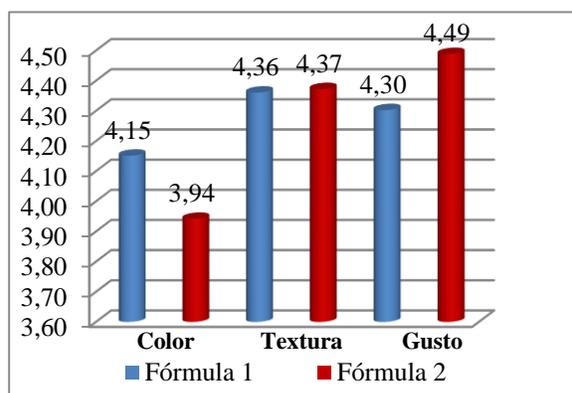


Figura 10. Puntuación promedio obtenida en la prueba de aceptabilidad para cada uno de los atributos sensoriales evaluados.

Los atributos sensoriales evaluados del producto formulado pueden ser observados en la Figura 10. Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Baú et al. (2010), cuyo atributo sensorial con menor aceptación fue el color, con un 81,4% mientras que para la textura y el sabor lograron 85,7% y 92,3% respectivamente.

En la Figura 11 puede ser observado el aspecto general del producto formulado.



Figura 11. Imagen de las Barras alimenticias elaboradas

En los resultados por atributo de ambas formulaciones, a pesar de que no existen diferencias significativas, se advierte como la Fórmula 1 obtuvo mayor puntuación en el atributo color mientras la Fórmula 2 tuvo el atributo gusto con mayor calificación para los catadores.

Esto, además de las diferencias en las cantidades de ingredientes añadidos en cada formulación, puede ser explicado por el aumento de los tiempos de secado de las barras, generando, como fue señalado anteriormente, la variación de humedad entre las formulaciones, siendo 12,0% para la Fórmula 1 y 7,00% para la Fórmula 2, pues como resalta Ochoa (2012), “el sabor se realiza por una reacción de pardeamiento químico (Maillard y caramelización)

donde se forman componentes aromáticos contribuyentes al olor y color de los alimentos conjuntamente con la grasa”.

Por otra parte, y apoyados en las desviaciones estándar calculadas para los datos de la mencionada prueba de aceptabilidad, se puede afirmar que la concentración de los datos alrededor de las medias es apreciablemente alta. Esto demuestra que muy pocos o ningún catador calificó las fórmulas con puntuaciones 1 o 2 “me disgusta” o “me disgusta mucho” puesto que todas las medias estuvieron por encima de la puntuación 3.

En el Cuadro 11 se observa que el p valor para cada uno de los atributos sensoriales evaluado es mayor a 0,05, lo que indica que no existen diferencias significativas entre las medias de la Fórmula 1 y la Fórmula 2, con un 95% de confiabilidad.

Cuadro 11. Atributos sensoriales evaluados en la prueba de aceptabilidad de las Fórmulas 1 y 2.

Atributo	Color	Textura	Gusto
Media de los atributos sensoriales para la Fórmula 1	4,151a	4,360a	4,302a



Media de los atributos sensoriales para la Fórmula 2	3,942a	4,372a	4,488a
Valor p	0,258	0,719	0,196

Letras distintas en la misma columna para un mismo atributo sensorial indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas.

La no existencia de diferencias significativas indica la misma aceptación entre los catadores para cada uno de los atributos sensoriales evaluados en ambas formulaciones con lo cual, si se busca decidir cuál de las dos tiene mayor factibilidad de producción, deben emplearse otros criterios de discriminación como costos, tiempos de producción, facilidad de adquisición de los ingredientes, entre otros, para elegir la más conveniente.

CONCLUSIONES

Los ensayos realizados en la investigación permitieron formular dos barras alimenticias a base de mango, piña y cambur deshidratados, enriquecida con proteína de soya y aloe vera y agregado de nueces de Macadamia, miel, aceite de soya, harina de epicarpio de frutas y goma Xantana.

La evaluación sensorial de las barras formuladas demostró la aceptabilidad del producto.

La composición nutricional de las barras formuladas, están ajustadas a los requerimientos alimenticios para escolares de edades comprendidas entre 8 y 12 años.

Se realizó una propuesta de diagrama de proceso para la elaboración a escala industrial de la barra de frutas, teniendo en cuenta las condiciones de cada una de las operaciones unitarias implicadas, haciendo hincapié en las etapas de acondicionamiento de materia prima y secado, las cuales inciden directamente en las características sensoriales del producto propuesto (principalmente color y textura), aspectos primordiales para garantizar su aceptación.

REFERENCIAS

- Arias, A., Sgroppo, S. y Zaritzky, N. (2009). *Caracterización fisicoquímica de dos variedades de mango (Mangífera indica L.)*. [En línea]. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/investigacion/com2009/CE-068.pdf> [Consulta: 20 de Junio 2014].



- Barbosa, G. y Vega, H. (1996). *Dehydration of Foods*. United States, New York: Chapman & Hall. 265–288.
- Barco, P., Burbano, A., Medina, M., Mosquera, S. y Villada, H. (2009). *Efecto de recubrimiento natural y cera comercial sobre la maduración del banano (Musa sapientum)*. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 7 (2): 70-76.
- Baú T., Alves M., Cella S., Jacobsen A., Teixeira J. (2010). *Barra alimenticia con elevado valor proteico: formulación, caracterización y evaluación sensorial*. *Revista Brasileira de Tecnología agroindustrial (RBTA)*, 4 (1): 42-51.
- Briceño, S., Zambrano, J., Materano, W., Quiñero, I. y Valera, A. (2005). *Calidad de los frutos de mango 'bocado', madurados en la planta y fuera de la planta cosechados en madurez fisiológica*. *Agronomía Tropical*, 56 (4). 461-473.
- Cervantes, J. (2011). *Diseño y elaboración de una barra energética aprovechando un residuo agroindustrial incorporada con un probiótico*. [En línea]. Disponible en: <http://www.repositorio.digital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789> [Consulta: 17 de Octubre 2014].
- Chacón, S., Víquez, F. y Chacón, G. (1987). *Escala físico-química de maduración de banano*. *Fruits*, 42 (2), 95–102.
- Coello, K. (2011). *Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soya y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/18978>. [Consulta: 13 de Noviembre 2013].
- Freitas, D. y Moretti, R. (2006). *Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais*. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26 (2), 318–324.
- García, A., Muñiz, S., Hernández, A., González, L., y Fernández, D. (2013). *Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa)*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22 (1): 62-69.
- Instituto Nacional de Nutrición. (2012). *Piña*. [En línea]. Disponible en: <http://www.inn.gob.ve/>. [Recuperado el 15 de Enero de 2014].
- Ochoa, C. (2012). *Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare*. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2577/1/56T00345.pdf>. [Consulta: 21 de Junio 2014].



- Olivera, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A. Pellegrino, N., Fournier, M. y 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.
- Oliveira, M., Baptista, A., Camacho, F., Bergamasco, R., Marquetotti, A., Bonicontro, M. (2015). *Development of cereal bar using waste extract of soybeans with addition of powder shell pecan*. Revista Tecnológica, Edición Especial 2014: 247-255.
- Rabello E., Da Silva E. (2005). *Elaboración de barras de frutas deshidratadas a partir de Banano y piña*. [En línea]. Disponible en: http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/filesmf/documento_08_12_11174052.pdf. [Consulta: 13 de Noviembre 2013].
- Ramos, F. (2011). *Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (Chenopodium quinoa) y amaranto (Amaranthus spp), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba*. Trabajo de grado no publicado. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Sampaio, C., Ferreira, A., Correa, M., Pumar, M. (2004). Verificação da informação nutricional em rotulagem quanto à designação "light" de cereais em barra: uma pesquisa de mercado. Quarta Semana de Graduação da UERJ, 2004, Rio de Janeiro.
- Valdés, S. (2006). Hidratos de Carbono en Badui, S. *Química de los alimentos*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación. pp. 29–118.
- Vega, G.; Ampuero, C.; Diaz, N. y Lemus, M. (2005). *El aloe vera (Aloe barbadensis Miller) como componente de alimentos funcionales*. Rev. Chilena de Nutrición., Vol.32, (3): 208-214.