

# Elaboración de barras energéticas para escolares a partir de subproductos industriales de soya y maíz

Viviana De la Paz Castro <sup>(1)</sup>, Msc. Karín Elizabeth Coello Ojeda <sup>(2)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción <sup>(1) (2)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
[cdelapaz@espol.edu.ec](mailto:cdelapaz@espol.edu.ec) <sup>(1)</sup>; [kcoello@espol.edu.ec](mailto:kcoello@espol.edu.ec) <sup>(2)</sup>

## Resumen

*El Programa de Alimentación Escolar del Ecuador (PAE) ofrece a escuelas fiscales productos como complemento alimenticio que contienen un adecuado aporte de calorías, proteínas, vitaminas y minerales con el propósito de mejorar la nutrición y por consiguiente la capacidad en el aprendizaje de los niños en edad escolar. Entre los productos que el PAE distribuye se encuentra la granola en barra hecha a base de avena, la cual al ser una materia prima importada eleva el costo del producto final.*

*El gobierno busca diversificar estos productos y por ello el presente proyecto de graduación tuvo como objetivo elaborar barras energéticas manteniendo el mismo nivel calórico proteico, de aceptable calidad sensorial, microbiológica y a bajo costo, utilizando materias primas como sémola de maíz, harina de arroz, harina de soya baja en grasa y el okara, que son subproductos de la industria alimenticia ecuatoriana, los cuales contienen un alto valor nutricional no aprovechado para el consumo humano.*

*Dentro de la metodología, se estableció las raciones recomendadas de energía y proteínas para niños en etapa escolar, se caracterizó las materias primas utilizando análisis físico-químicos bajo normas AOAC, además se empleó un diseño experimental de mezclas donde se probó el efecto de las distintas proporciones de las materias primas sobre las propiedades sensoriales de color, textura y sabor de las barras. Las mejores combinaciones se sometieron a pruebas sensoriales de aceptación con niños en la edad escolar.*

*Finalmente se efectuó el estudio de la vida útil del producto final, empleando el método de estabilidad acelerada, se calculó el aporte calórico proteico considerando el valor energético de los macronutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) y se estableció el costo de producción, de manera que se obtuvo una barra energética que brinda un significativo aporte de kilocalorías, de aceptable calidad microbiológica conforme a lo establecido en el PAE y que cuenta con un buen nivel de aceptación sensorial y de bajo costo puesto que se empleó subproductos industriales de origen local.*

**Palabras Claves:** Programa de alimentación escolar, sémola de maíz, harina de soya baja en grasa, harina de arroz, okara, barra energética, alimentación social.

## Abstract

*The School Feeding Program of Ecuador (PAE) provides to public schools as dietary supplement products that contain an adequate amount of calories, protein, vitamins and minerals in order to improve nutrition and therefore the learning capacity of children in school age. Among the products that PAE distribute is the granola bar made from oats, and due to is an imported raw material increases the cost of the final product.*

*The government seeks to diversify the products and therefore this project pretend to develop energy bars keeping the same caloric protein level, of acceptable sensory quality, microbiological and inexpensively, using raw materials such as maize meal, rice flour, flour low fat soy and okara, which are sub products made for the food industry in Ecuador, which contain an untapped high nutritional value for human consumption.*

*In the methodology, it was suggested the servings of energy and protein for children in school age, raw materials were selected using physicochemical analysis under AOAC norms, also was employed a mixed experimental design where we tested the effect of different proportions of raw materials on the sensory properties of color, texture and flavor of the bars. The best combinations were tested to sensory acceptance with children at school age.*

Finally, it was made the study of the final product life, using the method of accelerated stability, the input caloric protein was calculated considering the energy value of macronutrients (proteins, carbohydrates and lipids), and was established cost of production too, in order to develop an energy bar that provides a significant contribution of kilocalories, of acceptable microbiological quality in accordance with the PAE, with a good level of sensory acceptance and low cost using industrial products sourced locally.

**Keywords:** School feeding program, maize meal, flour low fat soy, rice flour, okara, energy bar, social feeding.

## 1. Introducción

La carencia del consumo de alimentos nutritivos ricos en: proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales son la causa fundamental de la desnutrición en la niñez, ocasionando problemas serios en el aprendizaje como la falta de concentración en el ámbito escolar.

Según datos de la Comisión Económica de América Latina (CEPAL) el Ecuador ocupa el séptimo lugar de desnutrición infantil y esta es una de las razones por las cuales desde el año 2009 se aprobó la ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria en donde el estado le garantiza a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente [13].

Existe un gran interés del gobierno nacional a través del programa de alimentación escolar (PAE) de disponer de alimentos de alta calidad nutricional y seguros para la salud. Con el propósito de aportar a estos aspectos sociales y nutricionales, el proyecto de graduación se enfocó en desarrollar el producto "barra energética" para escolares a partir de subproductos industriales, la cual aporta con 11.68 g de proteínas y un total de 358 kcal por cada 100 g de producto.

Esta barra energética a más de su aporte nutricional se caracteriza por su forma compacta la cual es práctica de guardar en la lonchera escolar pues tiene un peso aproximado de 30 g, con dimensiones de 9 x 3 x 1cm (largo, ancho y grosor), también por su fácil conservación y consumo puede ser utilizada como alimento en cualquier situación emergente que pueda atravesar el país.

## 2. Caracterización de las materias primas

Los análisis físico-químicos de las materias primas fueron efectuados bajo normas AOAC, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Composición Físico-química de las materias primas

Harina de arroz				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	9.26	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	0.03	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	0.21	---	Monjonair*
Humedad	%	10.07	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	8.57	---	AOAC 18th 920.87*
Harina de soya baja en grasa				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	6.75	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	2.22	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	0.95	---	Monjonair*
Humedad	%	0.13	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	48.23	---	AOAC 18th 920.87*
Sémola de maíz				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	0.67	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	0.13	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	1.08	---	Monjonair*
Humedad	%	12.17	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	6.11	---	AOAC 18th 920.87*
Okara				
Ensayos realizados	Unidad	Resultados	Requisitos	Métodos /ref
Cenizas	%	0.72	----	API-5.8-01-00B5.(AOAC 18th 923.03)
Fibra	%	3.12	-	AOAC 18th978.10*
Grasas total	%	0.51	---	*
Humedad	%	80.16	---	API-5.8-04-01-00B3(AOAC18th 925.10)
Proteínas	%	6.80	---	AOAC 18th 920.87*

## 3. Diseño Experimental

Se realizó un diseño experimental de mezcla que tiene como objetivo determinar la incidencia de las diferentes proporciones de los subproductos sobre las características sensoriales de sabor, color y textura del producto final.

Definición de variables:

Variables independientes: porcentaje de los subproductos para las mezclas.

X1= sémola de maíz  
X2= harina de soya baja en grasa  
X3= okara

Variables dependientes: atributos sensoriales  
textura, sabor y color del producto final.

Y1= Textura  
Y2= sabor  
Y3= color

Constante: porcentaje de harina de arroz.

b = harina de arroz

Restricciones:

b= 17  
4<=X1<=12  
6<=X2<=14  
6<=X3<=14

La tabla 1 muestra la combinación de los diferentes porcentajes de las materias primas en la mezcla en donde  $X1+X2+X3+b= 100$ .

**Tabla 2.** Corridas experimentales

Códigos experimentales	b	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
700	41	10	15	34
784	41	20	15	24
600	41	29	15	15
765	41	11	24	24
900	41	20	24	15
820	41	10	34	15

Estas corridas experimentales sirvieron de base para poder desarrollar formulaciones de barras energéticas con dos sabores: chocolate y coco.

#### 4. Pruebas Sensoriales

Prueba de Ordenamiento:

El objetivo es establecer si hay diferencia o no entre seis muestras en cuanto al sabor, por lo que se les pidió a los jueces ordenar las muestras en forma decreciente según la intensidad de sabor a soya que pueden percibir en las muestras.

Prueba de Calificación por medio de Escalas de Intervalos:

El objetivo de estas pruebas es tratar de definir y medir los atributos de color y textura de las diferentes muestras.

En el atributo de color se pidió a los jueces observar las muestras e indicar su tonalidad y para el atributo de textura se pidió a los jueces probar la muestra y evaluar de acuerdo a su dureza.

A partir de estos resultados, se seleccionó dos muestras: una muestra con sabor a chocolate y una muestra con sabor a coco para las pruebas de aceptación con los niños.

Pruebas de Aceptación:

El objetivo de esta prueba es medir si el producto es aceptado por los niños al momento de probarlo. Se utilizaron pruebas con una escala hedónica verbal y gráfica de tres puntos.

Las dos muestras tuvieron el mismo grado de aceptación por los niños.

#### 5. Formulación

Para llegar a la formulación del producto se debió ir descartando muestras a partir de los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales con las que se midió la aceptación y preferencia de los jueces. En el siguiente cuadro se detalla la formulación del producto seleccionado.

**Tabla 3.** Formulación del producto

Barra energética de chocolate	
Ingredientes	Fórmula (%)
Harina de arroz	17
Sémola de maíz	4
Harina de soya baja en grasa	10
Okara	10
Chocolate	14
Panela	20
Jarabe de glucosa	15
Aceite Vegetal	5
Agua	5

## 6. Aporte calórico-proteico del producto final

Una vez definida la formulación se procedió a los análisis físico-químicos de la barra energética de chocolate para la cual se obtuvo como resultado que la barra energética aporta con un total de 358 kcal y 47 kcal de proteínas por cada 100 g.

**Tabla 4.** Aporte calórico proteico en 100 g

Macronutrientes	Kcal
Proteínas	47
Carbohidratos	280
Lípidos	32
Total	358

## 7. Estimación de vida útil

Para saber el tiempo máximo en que el producto mantiene sus cualidades microbiológicas por encima de un nivel considerado como aceptable para los consumidores, en el laboratorio se empleó el análisis de estabilidad acelerada de 45 días, el cual arrojó como resultado que el producto tiene un tiempo de vida útil de 6 meses.

En el siguiente cuadro se detalla los resultados con su respectivo análisis comparativo a los límites microbiológicos establecidos en el producto granola en barra del PAE tomado como referencia.

**Tabla 5.** Resultados microbiológicos barra energética

Ensayo microbiológico	Unidades	Tiempo inicial(0)	Tiempo (15 días)	Tiempo (30 días)	Tiempo (45 días)	Límite por g
Bacterias Aeróbios	UFC/g	$14.2 \times 10^2$	$97.2 \times 10^1$	$10.1 \times 10^2$	$47.2 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Coliformes Totales	NMP/g	<3	<3	<3	<3	20
Levaduras y mohos	UFC/g	<10	<10	<10	<10	$1 \times 10^2$

Estos resultados muestran que a los 45 días existe crecimiento de microorganismos pero ninguno supera los límites máximos establecidos lo que indica que a los seis meses el producto se mantiene aceptable microbiológicamente para el consumo y que no representa ningún daño para la salud.

## 8. Estimación de costos de producción

Con una producción anual de 478,176 barras energéticas el costo por producir es de \$0.17 cada una tal como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Resultados de la estimación de costos

COSTOS FIJOS	
<b>Costos de Fabricación</b>	
Mano de Obra Directa	\$ 31,615.09
Suministros y Servicio	\$ 85.00
Depreciaciones	\$ 460.00
Seguros	\$ 500.00
<b>Gastos de Administración</b>	
Remuneraciones	\$ 14,859.44
Gastos de Oficina	\$ 325.00
depreciaciones y amortizaciones	\$ 216.60
Gastos de Transportes	\$ 130.00
<b>Total</b>	<b>\$ 48,191.13</b>
COSTOS VARIABLES	
<b>Costos de Fabricación</b>	
Materia Prima	\$ 25,757.93
Materiales de Limpieza	\$ 432.00
Reparación y mantenimiento	\$ 720.00
Otros	\$ 500.00
<b>Total</b>	<b>\$ 27,409.93</b>
<b>Costos totales</b>	<b>\$ 75,601.06</b>
Número de barras anuales	478,176.00
Costo por producir una barra de 30 g	\$ 0.17

Como el producto a elaborarse está destinado como propuesta al Programa de Alimentación Escolar (PAE), se buscó además de brindar un producto nutricional y seguro microbiológicamente que éste a su vez sea económico.

## 9. Agradecimiento

En primer lugar agradezco a Dios por guiarme y darme la sabiduría y fortaleza necesaria a lo largo de mi vida en segundo lugar a mis padres por siempre darme su apoyo incondicional en cada una de mis metas y de manera general a toda mi familia que me han acompañado en la realización de este proyecto.

## 10. Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

Se desarrolló una barra energética, que tiene como base en su formulación productos subvalorados en el país tales como: harina de arroz, sémola de maíz, harina de soya baja en grasa y okara como una

alternativa que cubre en parte el aporte calórico proteico diario del desayuno escolar.

Las materias primas seleccionadas y ensayadas poseen un importante aporte proteico por ejemplo la harina de arroz aporta con 8.57%, la harina de soya baja en grasa con un 48.23 %, sémola de maíz 6.11% y el okara 6.80 % lo cual representaron un porcentaje satisfactorio para cumplir uno de los objetivos en el desarrollo del producto.

Se ensayaron diversas variaciones de las mezclas en dos distintas formulaciones de sabor: Barras energéticas con sabor a coco y barras energéticas con sabor a chocolate, determinándose que en la barra de coco no existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) con respecto a la dureza de la barra, mientras en la barra de chocolate sí se encontró diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) con respecto a la misma propiedad.

Al ser los porcentajes de los subproductos de soya los más representativos en la formulación del nuevo producto desarrollado, se analizó sensorialmente la incidencia del regusto a soya en las muestras elaboradas con las diferentes mezclas; determinándose que no existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) de esta propiedad en las barras de chocolate, pero si en las barras de coco.

Las distintas proporciones de las materias primas combinadas si tuvieron una incidencia significativa en la propiedad sensorial de color de las barras tanto de coco como de chocolate.

El aporte calórico-proteico del producto final fue de 47 kilocalorías de proteínas y 358 Kcal totales en 100 g de producto.

Según las pruebas sensoriales realizada con los niños los dos sabores de barra energéticas: chocolate y coco tuvieron igual grado de aceptación.

El horneado a 185°C por 25 minutos garantiza un porcentaje de humedad de 13.31% del producto final comprobándose con el análisis de vida útil que el producto es microbiológicamente aceptable a los 6 meses.

El costo estimado de producir una barra energética de 30 g es de \$ 0.17.

## Recomendaciones

Se recomienda el uso de estos subproductos locales como materia prima para la fabricación de otros productos similares.

Se recomienda trabajar en la elaboración de la barra energética de coco con aditivos mejoradores de masa en la etapa de mezclado, con la finalidad de obtener una masa compacta y manipulable en las demás etapas del proceso.

## 11. Referencias

[1] AIDA M. FRANKEL; Soja Cultivo, Industrialización, Uso, Editorial Albatros, 1984.

[2] ANDRE ANGLADETTE, El Arroz, Editorial Blum, Primera Edición, 1969.

[3] ANZALDÚA ANTONIO, La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, Editorial Acribia, 1994.

[4] BADUI DERGAL SALVADOR, Química de los Alimentos, Química de los Alimentos, Editorial Alhambra Mexicana, Segunda Edición.

[5] BANCO MUNDIAL; Insuficiencia Nutricional en el Ecuador

[6] BLUM S. JORGE, CONTRERAS M. MARTHA; Aprovechamiento de Sémola de Maíz Y Harina de soya para Desarrollar Alimentos Infantiles de Reconstitución Instantánea” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2010.

[7] COELLO O. KARIN; Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soya y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2011.

[8] GAMBOA V. VANNIA; Diseño de Proceso para el Desarrollo de Barras energéticas como Subproducto en la obtención de Leche saborizada de soya” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2007.

[9] MAHAN KATHLENN, ARLIN MARIAN; Nutrición y Dietoterapia de Krause, Octava Edición.

[10] MARTINKO PARKER MEDIGAN, Biología de los Microorganismos, Editorial Pearson, 2003

[11] NORMAN N. POTTER, Ciencias de los Alimentos, Editorial Acribia, 1999.

[12] RAMÓN MIGUEL CARRERAS ORTELIS; El Arroz

[13]www1,<http://www.ecuador.justicia.com/nacionales/leyes/ley-organica-de-soberania-alimentaria/gdoc/>.

[14] www2,<http://www.pae.gob.ec>