

# “Formulación y desarrollo de un producto para niños en edad escolar a partir de los subproductos industriales de soya y maíz”

María Isabel Romero Mendoza<sup>a</sup>, M.Sc. Karin Coello Ojeda<sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Km 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador  
miromero@espol.edu.ec, kcoello@espol.edu.ec

**Resumen.** El presente trabajo muestra el procedimiento de obtención de una mezcla en polvo de harina de soya desengrasada, sémola de maíz y harina de arroz, que son alimentos ricos en proteínas y carbohidratos, para lograr una bebida reconstituida con la cantidad de proteína adecuada para niños en edad escolar (6 a 12 años), que mejore el valor biológico a través de la correcta combinación de las materias primas.

Para la ejecución de este proyecto se ensayaron varias proporciones de mezclas de las harinas mencionadas, las cuales fueron sometidas a experimentos con y sin pre-cocción por separado, tomando en cuenta su comportamiento frente a las variables de respuesta tales como solubilidad y textura, de acuerdo a un diseño experimental  $2^k$ .

Ambos tratamientos se evaluaron desde el punto de vista sensorial, las mejores formulaciones fueron valoradas por un panel de jueces para determinar diferencias significativas entre los tratamientos y además se establecieron preferencias en el producto obtenido.

Finalmente se realizó el estudio bromatológico, el análisis calórico nutricional y el cómputo aminoacídico, seguido de la estimación de los costos de producción.

**Palabras claves:** mezcla en polvo, bebida, harina de soya desengrasada, sémola de maíz, alimentación escolar.

## 1 Generalidades

Entre los cereales más importantes desde el punto de vista de la nutrición humana se encuentran la soya, el maíz y el arroz, siendo la soya un grano que aporta grandes cantidades de proteínas, el maíz el cereal que constituye la base de la dieta en América Central y Sur y el arroz el alimento básico de la quinta parte de la población mundial.

Según el Código Alimentario, se entiende por harina al producto de la molturación de cereales o leguminosas que deberán llevar su nombre genérico indicando el grano del cual proceden.

La harina se obtiene mediante los procesos de molienda y molturación, en donde previamente es necesario limpiar los granos sanos ya que los que están dañados no deben destinarse a tal fin.

### 1.1 Materias primas

A continuación se describirán las generalidades y datos más importantes de las materias primas a utilizarse en el desarrollo del nuevo producto.

**-Harina de soya:** Es una planta herbácea, las variedades más comunes en el Ecuador son INIAP 306 y 307, el almacenamiento de la soya se debe dar a no más de 14% de humedad ya que el grano se enmohece fácilmente, la semilla de soya se compone de un embrión y dos cotiledones protegidos por un pericarpio o cáscara, la harina se obtiene de la molienda de los granos de los cuales se extrae la mayor cantidad de aceite.

Para obtener harina segura para el consumo, la pasta o torta debe ser sometida a un proceso térmico de inactivación de los inhibidores de la tripsina, teniendo en cuenta que las temperaturas usadas no afecten el valor biológico de la proteína, luego de este proceso la pasta seca ingresa a un molino de martillos donde es reducida al tamaño requerido y tamizada.

**-Sémola de maíz:** El grano pesa alrededor de 350 mg y su color puede ser uniforme o pigmentado, en el grano se distinguen cuatro partes: la cáscara o salvado que constituye el 5,6%; el germen que supone entre un 10% y un 15%; el endospermo que ocupa de un 76% a un 82%; y el pedículo, que no forma parte del grano propiamente, aunque parece unido a él. La humedad oscila entre el 10,8% y el 13,5% del peso del grano.

La sémola o polenta es un derivado del maíz que se obtiene a partir de la molienda del griz que es una especie de sémola pero de textura gruesa, rica en almidón y libre de grasa.

El proceso inicia con la selección y limpieza de los granos con no más de 13% de humedad, estos pasan por un tamizaje y desgerminado ya que en el germen se encuentra la mayor cantidad de aceite, a continuación los granos fragmentados pasan a una mesa gravitacional para eliminar la cáscara, luego el endospermo troceado ingresa a un sistema de rodillos dentados para reducir su tamaño hasta conseguir la granulometría deseada en la sémola.

**-Harina de arroz:** El arroz es una gramínea, autógena, de gran talla, que crece con mayor facilidad en los climas tropicales, al desprenderse de su espiga, el grano tiene una cáscara dura formada por las cubiertas foliares lemma y pálea, que engloban la flor original, esta forma es el arroz vestido o en cáscara, y supone el 20% del peso bruto del

arroz, al que confiere, además una coloración marrón o rojiza y una alta riqueza vitamínica. La cáscara es eliminada en la primera fase de la molienda, de lo que resulta arroz pardo, moreno, descascarillado o integral, carente de surcos en su superficie; el peso es de unos 25 miligramos y la humedad, de 11,3% a 12,3%.

## 1.2 Composición nutricional de las materias primas

**-Valor nutricional de la soya desengrasada:** En comparación con otros cereales de consumo frecuente en nuestro país, la soya posee un elevado valor nutritivo ya que es una excelente fuente de energía y proteína, en especial del aminoácido lisina, conteniendo además cantidades importantes de otros nutrientes esenciales tales como ácido linoléico y colina, aunque es un poco deficitaria en metionina, problema que se puede paliar si se consume conjuntamente con otros alimentos que la complementen, como huevos, leche, arroz o trigo.

Con el fin de aumentar su valor proteico, se recomienda que se someta a un proceso de cocción a temperaturas superiores a 60°C; de esa forma se destruye la sustancia que actúa como inhibidor de las enzimas encargadas de la digestión de las proteínas.

En la siguiente tabla se evidencia la composición nutricional de la soya en grano y su harina:

**Tabla 1.** Composición nutricional de la soya baja en grasa [1]

COMPONENTE	GRANO DE SOYA (%)	HARINA DE SOYA (%)
Proteínas	38.5	47.5 – 50
Fibras	5	2 – 4
Carbohidratos	30	31 – 39.5
Grasas	18.5	1 – 3
Humedad	10	10 – 12
Cenizas	2	2
Vitaminas	Tiamina y Ácido Fólico	Tiamina y Ácido Fólico

**-Valor nutricional del maíz:** En algunos aspectos se parece en valor nutricional a los otros cereales pero presenta peculiaridades distintas. Así el maíz amarillo contiene diversos carotenoides, algunos de los cuales,  $\beta$ -caroteno, criptoxantina,  $\beta$ -zeacaroteno, poseen actividad provitamínica A.

La proteína más importante es la zeína, que representa aproximadamente la mitad de la proteína total, siendo su calidad baja debido al poco contenido de lisina y triptófano, pero posee cantidades considerables de aminoácidos que contienen azufre como la metionina y la cistina.

La tabla 2 nos muestra la composición nutricional del maíz (grano y harina):

**Tabla 2.** Composición nutricional del maíz [1]

COMPONENTE	GRANO DE MAIZ (%)	SEMOLA DE MAIZ (%)
Proteínas	9,3 – 10	8,3
Fibras	1,7 – 2,3	1,6
Carbohidratos	68 – 72	68,9
Grasas	5 – 5,4	3,2
Humedad	10,8 – 13,5	13.5%
Vitaminas	Niacina y Ácido Pantoténico	Niacina y Ácido Pantoténico
Minerales	Fósforo y potasio	Fósforo y potasio

**-Valor nutricional del arroz:** El grano de arroz posee una estructura morfológica semejante al trigo, es así que el pericarpio, aleurona y escutelo contienen entre el 75% y 85% del total de tiamina del grano completo, a pesar de representar solamente un 6% del peso total.

El componente mayoritario del arroz es el almidón con valores cercanos al 80% lo que lo cataloga como una fuente por excelencia de hidratos de carbono, además de su indudable valor energético.

En el siguiente cuadro tenemos la composición nutricional del arroz:

**Tabla 3.** Composición nutricional del maíz [1]

COMPONEN	GRANO DE ARROZ (%)	HARINA DE ARROZ (%)
Proteínas	8,1	3,63
Fibras	0,3	0
Carbohidratos	79	40,8
Grasas	0,3 – 0,5	0,3
Humedad	11,3 – 12,3	12%
Vitaminas	Tiamina, riboflavina y niacina	Tiamina, riboflavina y niacina
Minerales	Fósforo y potasio	Fósforo y potasio

### 1.3 Recomendaciones nutricionales en niños en edad escolar

Las recomendaciones nutricionales se establecen en función del peso, la edad, el sexo, el estado de salud y el grado de actividad física:

**-Energía:**

**Tabla 4.** Gasto energético total de niños en edad escolar (kcal/día) [1]

EDAD (años)	PESO DE REFERENCIA (kg)	ALTURA DE REFERENCIA (m)	NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA			
			SEDENTARIO	POCO ACTIVO	ACTIVO	MUY ACTIVO
6	20,7	1,15	1308	1515	1722	1977
7	23,1	1,22	1373	1597	1820	2095
8	25,6	1,28	1433	1672	1911	2205
9	28,6	1,34	1505	1762	2018	2334
10	31,9	1,39	1576	1850	2124	2461
11	35,9	1,44	1666	1960	2254	2615

**-Proteínas:** Las necesidades proteicas son graduales a partir del requerimiento en el crecimiento del niño, situándose en alrededor del 12% del valor calórico de la dieta, es decir que un infante entre seis y doce años debe consumir 0.95 gramos por kilogramo de peso al día, debiendo asegurarse la calidad proteica y el perfil de aminoácidos, por lo que un aporte al 50% en la combinación de proteínas de origen animal y vegetal cumplirá con estos requisitos.

**-Lípidos:** Los ácidos grasos se distribuirán en ácidos grasos saturados (7-8% aporte de la energía), monoinsaturados (15-20%), poliinsaturados (7-8%) y esenciales (3-6%), procurando mantener el consumo de omega-6 y omega-3.

El aporte de colesterol no debe sobrepasar los 100mg /1000 kcal por día, los ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -6 deben ser consumidos de 10 a 12 gramos por kilogramo de peso al día y lo poliinsaturados  $\omega$ -3 de 1 a 1,2 gramos por kilogramo de peso al día.

En la actualidad debe prestarse especial atención al aporte de ácidos grasos  $\omega$ -3 como principal componente en el desarrollo del sistema nervioso.

**-Hidratos de carbono:** Los carbohidratos deben constituir el aporte calórico mayoritario de la dieta, alrededor de un 55%, ya que un déficit de los mismos podría interferir en el crecimiento, siendo un aporte mayoritario el de los polisacáridos o glúcidos complejos, es así que los infantes deben consumir 130 gramos por kilogramo de peso al día de hidratos de carbono.

**-Vitaminas y minerales:** Los niños entre seis y doce años deben consumir diariamente las vitaminas y minerales en las siguientes cantidades:

**Tabla 5.** Requerimientos de vitaminas y minerales en niños en edad escolar [1]

<b>VITAMINAS</b>	<b>MINERALES</b>
Tiamina: 0,8 mg	Calcio: 800 mg
Riboflavina: 1,2 mg	Hierro: 9 mg
Niacina: 1,3 mg	Yodo: 90 µg
Vit. B6: 1,4 mg	Zinc: 10 mg
Acido fólico: 100 µg	Magnesio: 250 mg
Vit. B12: 1,5 µg	
Acido ascórbico: 55 mg	
Vit. A: 400 µg	
Vit. D: 5 µg	
Vit. E: 8 µg	

## **2 Metodología**

Para la formulación y desarrollo del producto final se diseñaron dos tipos de experimentos: sin pre-cocción de las mezclas de harinas y con pre-cocción de las mismas, cuyas variables de respuesta fueron la solubilidad y la textura.

### **2.1 Experimentos sin pre-cocción**

La variable de respuesta utilizada fue la textura específicamente la arenosidad, los parámetros y niveles experimentales fueron las mezclas de harinas que cumplieran con el valor mínimo estimado de proteína en niños en edad escolar, la temperatura de 100°C y la cocción junto con los micro-ingredientes durante veinte minutos.

Mediante un diseño factorial se desarrollaron seis corridas experimentales al azar, siguiendo los pesos establecidos de las mezclas de harinas para los requerimientos proteicos, lo cual se encuentra detallado a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Pesos de harina en la mezcla base

CODIGO EXPERIMENTO DE MEZCLA	HARINAS (Proporción en gramos)			
	HARINA DE SOYA DESENGRASADA	SEMOLA DE MAIZ	HARINA DE ARROZ	
C	50 g	40 g	10 g	100 g
D	60 g	30 g	10 g	
E	70 g	20 g	10 g	
H	50 g	10 g	40 g	
I	60 g	10 g	30 g	
J	70 g	10 g	20 g	

Para las corridas experimentales se adicionaron las siguientes cantidades de ingredientes: 240 g de mezcla base (cada experimento de mezcla posee diferentes proporciones de harinas (véase tabla 6)), más 15 g de leche en polvo, 20 g de azúcar y 1 g de canela en polvo, en un litro de agua.

Cada muestra resultante de la cocción fue evaluada sensorialmente por un panel de jueces mediante el cuestionario mostrado a continuación para determinar el efecto de los tratamientos en donde se confrontaba el nuevo producto con la colada del Programa de Alimentación Escolar.

PRODUCTO: Bebida                      FECHA:

Instrucciones:

- Enjuáguese la boca con agua antes de probar las distintas muestras.
- Sírvase degustar primeramente la muestra codificada como CONTROL, a continuación prosiga con las demás muestras.
- Deguste cada una de ellas en forma secuencial
- Califique las muestras según su criterio comparándolas con el CONTROL mediante una marca vertical en las escalas no estructuradas correspondientes a cada muestra

	POCO ARENOSA	REFERENCIA	MUY ARENOSA
357			
354			
359			
355			
358			
356			

Comentarios:

**Fig 1.** Cuestionario de jueces semi-entrenados para comparación múltiple<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cuestionario modelo tomado de Saltos S. Hector, Sensometría, Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados, Editorial Pedagógica Freire, Ambato – Ecuador, 2008

En la evaluación sensorial de las bebidas sin pre-cocción se aplicó la metodología de Dunnet para la prueba de comparaciones, en donde se validaron las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: La muestra de control en la arenosidad es igual a la textura que presentan las bebidas de harinas sin pre-cocinar.

H<sub>1</sub>: La muestra de control en la arenosidad es diferente a la textura que presentan las bebidas de harinas sin pre-cocinar.

## 2.2 Experimentos con pre-cocción

Las mezclas de harinas fueron sometidas a pre-cocción y se midió el efecto de cada tratamiento sobre la solubilidad y textura (arenosidad) del producto final, los parámetros y niveles se encuentran resumidos en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Factores y niveles de experimentación en pre-cocción de mezclas

FACTORES	NIVELES					
Códigos de % Mezcla	C	D	E	H	I	J
°T temperatura de proceso en cocción(°C)	65°C		70°C		75°C	
t´ Tiempo de proceso en cocción (min)	2 min		4 min		6 min	

Los factores y niveles descritos en la tabla anterior se utilizaron para las seis mezclas que cumplían con el requerimiento mínimo de proteína (véase tabla 6).

Usando un diseño factorial de múltiples niveles y después de aleatorizar los experimentos de pre-cocción en los diferentes tiempos y temperaturas para las seis mezclas se determinó que las mezclas que seguirían con el proceso de cocción, secado y molienda serían las siguientes:

**Tabla 8.** Experimentos aleatorios de pre-cocción

<b>CODIGO DE MEZCLA</b>	<b>CORRIDA EXPERIMENTAL</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>TIEMPO</b>
J	1	65°C	6 min
H	2	70°C	2 min
I	3	70°C	6 min
J	4	70°C	2 min
J	5	65°C	4 min
I	6	65°C	4 min
D	7	70°C	4 min
E	8	70°C	2 min
H	9	75°C	4 min
E	10	65°C	4 min
C	11	75°C	4 min
C	12	65°C	2 min
E	13	75°C	4 min
C	14	70°C	4 min
E	15	65°C	6 min

El proceso de pre-cocción se llevó a cabo en tres etapas descritas a continuación:

**-Cocción:** Las mezclas de harinas fueron hidratadas en tres veces su peso y sometidas a cocción en los tiempos y temperaturas establecidos y en constante agitación.

**-Secado:** La masa pre-cocida fue colocada en una capa fina en bandejas de aluminio y llevadas a un secador de flujo Gunt Hamburg de 3 Kw de potencia, durante seis horas a 70°C hasta alcanzar una humedad del 5%.

**-Molienda:** La masa pre-cocida seca y en forma de hojuelas fue sometida a molienda en un molino Perkin Elmer tipo ciclón hasta conseguir un polvo fino y homogéneo.

Una vez que las mezclas de harinas fueron pre-cocidas en los diferentes tiempos y temperaturas, se les realizó la prueba de solubilidad para descartar las que no alcanzaban el nivel esperado, en la siguiente tabla se pueden verificar los resultados obtenidos para la solubilidad:

**Tabla 9.** Solubilidad

MEZCLA	TEMPERATURA	TIEMPO	SOLUBILIDAD
MEZ J	65°C	6 min	85.3%
MEZ H	70°C	2 min	90.5%
MEZ I	70°C	6 min	83.4%
MEZ J	70°C	2 min	86.1%
MEZ J	65°C	4 min	85.8%
MEZ I	65°C	4 min	82.7%
MEZ D	70°C	4 min	96.6%
MEZ E	70°C	2 min	84.8%
MEZ H	75°C	4 min	91.3%
MEZ E	65°C	4 min	82.1%
MEZ C	75°C	4 min	92.7%
MEZ C	65°C	2 min	91.7%
MEZ E	75°C	4 min	80.7%
MEZ C	70°C	4 min	92.3%
MEZ E	65°C	6 min	81.5%

Para la evaluación sensorial, mediante el formulario descrito a continuación en una prueba de comparación se aplicó la prueba t de student para el análisis de los datos obtenidos:

PRODUCTO: Bebida	FECHA:
Pruebe las dos bebidas e indique cual es la más arenosa	
"Coloque una raya vertical en el siguiente intervalo"	
Muestra 795	
_____	
Poca arenosidad	Mucha arenosidad
Muestra 647	
_____	
Poca arenosidad	Mucha arenosidad
Comentarios:	
MUCHAS GRACIAS	

**Fig 2.** Prueba discriminatoria (escala no estructurada)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Cuestionario modelo tomado de Saltos S. Hector, Sensometría, Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados, Editorial Pedagógica Freire, Ambato – Ecuador, 2008

Las hipótesis a validar fueron las siguientes:

H<sub>0</sub>: No existe un efecto significativo de la temperatura, proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la arenosidad de la bebida.

H<sub>1</sub>: Existe un efecto significativo de la temperatura, proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la arenosidad de la bebida.

Así mismo para conocer el grado de aceptación de la bebida reconstituida por parte de los niños en edad escolar se organizó un panel sensorial conformado por 30 niños con edades entre 6 a 12 años, con la ayuda de una escala hedónica gráfica:

PRODUCTO: Bebida                      FECHA: \_\_\_\_\_

Pruebe la bebida e indique la sensación  
Marque con una X la expresión en la carita que describe la sensación

— — — — —

MUCHAS GRACIAS

**Fig 3.** Cuestionario para niños en edad escolar (escala hedónica)<sup>3</sup>

Las sesiones de prueba se realizaron en una Unidad Educativa Fiscal de la ciudad de Guayaquil en un horario de prueba de 09H00 a 10H00, previo a la degustación la muestra fue preparada con los micro-ingredientes y presentada a los jueces en vasos descartables de 25 ml.

<sup>3</sup> Cuestionario modelo tomado de Saltos S. Hector, Sensometría, Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados, Editorial Pedagógica Freire, Ambato – Ecuador, 2008

### 3 Resultados

#### 3.1 Resultados pruebas sensoriales

**-Harinas sin pre-cocción:** Los resultados de las valoraciones de los jueces en la prueba de comparaciones se describe a continuación:

**Tabla 10.** Valoraciones de 12 jueces para la prueba de comparaciones

BEBIDA	BEBIDA	BEBIDA	BEBIDA	BEBIDA	BEBIDA	REFERENCIA
354	355	356	357	358	359	
6,4	7,3	6,2	7,5	6,4	6,5	5,1
6,2	7	6,4	6,4	6,6	7,3	4,9
6,9	6,8	6,5	5,9	6,2	6,8	4,6
7	6,9	7,3	6,3	7	6,9	4,6
6,3	7,1	6,7	6,8	5,9	6,2	4,5
6,2	7,3	6,8	6,6	6,4	6,9	4,7
7,3	7	7	6,2	6,4	7	4,4
5,9	7,2	5,9	6,5	6,6	6,3	5
7	6,9	6,4	6,4	5,9	6,7	5
6,4	7,4	6,4	6,6	6,3	7,1	4,4
6,4	6,8	6,6	6,8	6,7	6,8	4,2
6,5	6,9	6,2	5,9	7,1	6,9	4,6

A continuación se presenta el análisis de varianza:

**Tabla 11.** Resumen

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BEBIDA 354	12	78,5	6,54	0,17
BEBIDA 355	12	84,6	7,05	0,04
BEBIDA 356	12	78,4	6,53	0,14
BEBIDA 357	12	77,9	6,49	0,19
BEBIDA 358	12	77,5	6,46	0,14
BEBIDA 359	12	81,4	6,78	0,10
REFERENCIA	12	56	4,67	0,08

**Tabla 12.** Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	43,35	6	7,23	58,40	1,2E-26	2,22
Dentro de los grupos	9,53	77	0,12			
Total	52,88	83				

El valor crítico de Dunnet se verifica por tabla y es 2.29.

Despejando la ecuación para conocer la diferencia mínima significativa de Dunnet, resulta:

$$DMS_{\text{dunnet}} = 2.29 \sqrt{0,12 \left( \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \right)} = 2.29 (0.14) = 0.32 \quad (3)$$

Los resultados de las medias de cada tratamiento de mezcla se obtienen de la tabla de resumen del análisis de varianza:

**Tabla 13.** Diferencias entre medias y muestra de referencia

<b>CODIGOS PARA EL EXPERIMENTO</b>	$\bar{y}_j$	$\bar{y}_{\text{control}}$	<b>DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS</b>
354	6,54	4,67	1,87
355	7,05		2,38
356	6,53		1,86
357	6,49		1,82
358	6,46		1,79
359	6,78		2,11

Nótese que las diferencias de las medias de los tratamientos son mayores que la  $DMS_{\text{dunnet}}$  (0.32), por lo tanto la diferencia es significativa al nivel de  $\alpha=0,05$ .

**-Harinas con pre-cocción:** Los resultados de la evaluación de los doce jueces para la prueba discriminatória, se presenta a continuación:

<sup>1</sup> Fórmula de diferencia mínima significativa de Dunnet

**Tabla 14.** Valoraciones de los jueces

JUECES	BEBIDA SOYA, SEMOLA Y ARROZ	REFERENCIA
1	5,0	4,0
2	5,1	4,0
3	5,0	4,6
4	4,3	4,2
5	5,0	4,5
6	4,1	4,6
7	4,1	5,0
8	4,5	4,3
9	4,6	4,2
10	4,0	4,7
11	4,3	4,1
12	4,3	4,2

**Tabla 15.** Prueba t para medias de dos muestras

	<i>Muestra 795</i>	<i>Referencia</i>
Media	4,525	4,367
Varianza	0,164	0,097
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,454	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	0,895	
P(T<=t) una cola	0,195	
Valor crítico de t (una cola)	1,796	
P(T<=t) dos colas	0,390	
Valor crítico de t (dos colas)	2,201	

Para el experimento con la bebida de la mezcla base y considerando que el estadístico t al 5% de significancia es menor (0,895) que el valor crítico teórico (2,201), se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que menciona que “no existe un efecto significativo de la temperatura, proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la arenosidad de la bebida”, es decir que los catadores no han encontrado diferencias significativas entre la bebida de soya, sémola y arroz y la colada del Programa de Alimentación Escolar.

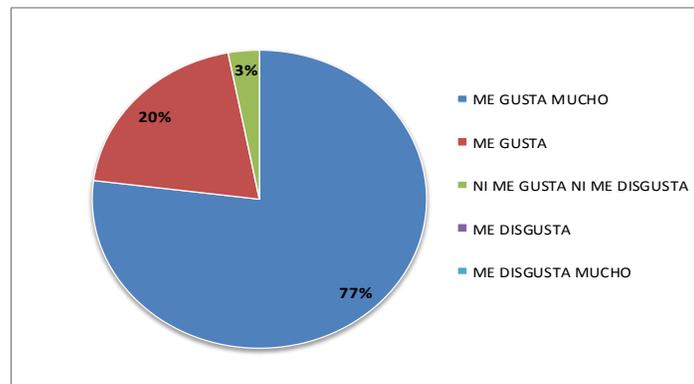
Comparando los resultados de las pruebas sensoriales con la bebida de mezcla pre-cocida y sin cocer se determinó que las harinas que habían recibido el tratamiento previo de cocción tenían mejores puntuaciones en la evaluación sensorial, es así que la muestra de bebida pre-cocida con mejores resultados en solubilidad y arenosidad fue sometida a un panel de aceptabilidad del grupo de interés (niños en edad escolar).

Mediante la prueba de aceptabilidad se conoció el agrado del grupo de interés en la bebida de soya desengrasada, sémola de maíz y arroz:

**Tabla 16.** Aceptabilidad de la bebida

GRADO DE ACEPTABILIDAD	FORMULA	
	N (# jueces)	%
Me gusta mucho	23	76.7
Me gusta	6	20
Ni me gusta ni me disgusta	1	3.3
Me disgusta	0	0
Me disgusta mucho	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Gráficamente se puede evidenciar el comportamiento del panel de prueba en la siguiente figura:



**Fig. 4.** Respuestas del panel sensorial para la bebida reconstituida

Luego de validar la hipótesis y realizar las pruebas de laboratorio, se determinó que la muestra que cumplía con los requisitos de arenosidad y solubilidad fue la que contiene en proporciones de materias primas los siguientes pesos:

MEZCLA BASE= 60 g de soya + 30 g de sémola de maíz + 10 g de arroz

La misma fue pre-cocida durante 4 minutos a 70°C, secada durante 6 horas a 70°C y molida hasta obtener un polvo fino de reconstitución de un diámetro de partícula de 0.21 mm.

En el proceso de elaboración de la bebida final reconstituida, se utilizaron los siguientes ingredientes:

**Tabla 17.** Ingredientes bebida final reconstituida

INGREDIENTES	FÓRMULA
Mezcla base	240 g
Leche en polvo entera	15 g
Azúcar	20 g
Saborizante (canela en	1 g

La muestra de la mezcla base fue analizada por duplicado aplicando técnicas de la AOAC en bromatología y la Norma Ayto de Bilbao para la parte microbiológica, los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 18.** Parámetros bromatológicos mezcla base

FISICO-QUIMICOS	
Humedad (%)	9.75 ± 0.1
Proteína (%)	21.69
Grasa (%)	8.34
Fibra (%)	1.39
Ceniza (%)	3.34 ± 0.07
MICROBIOLÓGICOS	
Bacillus Cereus (UFC/g)	< 10
Coliformes Totales (UFC/g)	7.5 x 10 <sup>2</sup>
E. Coli (UFC/g)	< 10
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	1.6 x 10 <sup>4</sup>
Levadura y Mohos (UFC/g)	1.0 x 10 <sup>1</sup>
Aflatoxinas (ppb)	No detectable
S. Aureus (UFC/g)	< 10
Salmonella Cualitativa	Ausencia

Utilizando los valores de conversión de Atwater, se determinó el aporte de energía:

**Tabla 19.** Parámetros nutricionales mezcla base

<b>FISICO-QUIMICOS</b>	
Proteína (%)	21.69
Grasa (%)	8.34
Carbohidratos Totales (%)	56.88
Energía (Kcal/100g)	389.34

### 3.2 Cómputo aminoacídico

Para el cálculo del cómputo se analizó el aporte de cada aminoácido por separado para cada materia prima y se confrontó con el valor en la mezcla de harinas en el producto final.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados:

**Tabla 20.** Cómputo aminoacídico de la mezcla base

ALIMENTO	PROTEINA (g)	% PROTEINA (g) EN LA MEZCLA	CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA PROTEINA DEL ALIMENTO (mg/g de N)								
			N (g)	LISINA		METIONINA+CISTINA		TREONINA		TRIPTOFANO	
HARINA DE SOYA DESENGRASADA	21,69	13,014	2,08	395	822,48	197	410,20	247	514,31	86	179,07
SEMOLA DE MAIZ		6,507	1,04	167	173,87	217	225,92	225	234,25	44	45,81
HARINA DE ARROZ		2,169	0,35	226	78,43	229	79,47	207	71,84	65	22,56
TOTAL		21,69	3,47	788	1074,78	643	715,60	679	820,40	195	247,44
Mg POR g de N					309,70		206,20		236,40		71,30
PATRON DE REFERENCIA DE AMINOACIDOS ESENCIALES (mg/g de N)					363		156		213		69
<b>COMPUTO AMINOACIDICO (mg/g de N)</b>					<b>0,85</b>		<b>1,32</b>		<b>1,11</b>		<b>1,03</b>

### 3.3 Estimación de costos de producción

El cálculo del costo final se dio en base a los ingredientes de la formula, es decir, materiales directos, mano de obra y gastos indirectos de fabricación:

**Tabla 21.** Costos estimados de la mezcla base

COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTO/DIA	COSTO/MES	COSTO/AÑO
Materia Prima Directa	\$ 67,20	\$ 1.612,80	\$ 503.193,60
Mano de Obra Directa	\$ 18,29	\$ 1.755,36	\$ 21.064,32
Costos Indirectos	\$ 49,98	\$ 52,28	\$ 16.311,36
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 135,47</b>	<b>\$ 3.420,44</b>	<b>\$ 540.569,28</b>

COSTO UNITARIO	Costo total/Unidades Producidas
Costo Total/Año (C.T.)	\$ 540.569,28
Unidades Producidas/Año (U.P.)	449280
<b>COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN(500 g)</b>	<b>\$ 1,20</b>

El costo unitario de producción por una funda de 500 g de harina pre-cocida de soya, sémola y arroz es de 1.20 dólares.

## 4 Conclusiones

1. Es posible elaborar una mezcla en polvo para reconstituir altamente nutritiva, que contenga 21.69% de proteína y de fácil acceso económico (\$2.40 por Kg) al combinar 60 g de harina de soya desengrasada, 30 g de sémola de maíz, 10 g de harina de arroz.
2. El aporte teórico de un vaso de 250 ml de mezcla reconstituida proporciona 389.34 Kcal que constituyen un 19.29% de la energía diaria total requerida y brinda un 79.83% del valor total de proteínas al día que debería consumir un niño en edad escolar.
3. En cuanto a la complementación aminoacídica el aporte de lisina se incrementó en un 15.29%, la cantidad de treonina en un 4.5% y el triptófano en 8.74%, respecto al consumo de cada materia prima por separado.

4. La formulación de la bebida con la mezcla de harinas sin pre-cocción fue descartada ya que se validó la hipótesis de que la arenosidad se encontraba muy marcada en las muestras que fueron confrontadas con la colada del Programa de Alimentación Escolar.
5. Los mejores resultados en cuanto a la solubilidad y la textura se obtuvieron en el tratamiento con pre-cocción a 70°C por 4 minutos, en contraste con los resultados sensoriales de textura (arenosidad) de aquellas que no fueron pre-cocidas.
6. La mezcla final reconstituida obtuvo un 96.7% de aceptabilidad al ser degustada por 30 niños de una unidad educativa fiscal en edad escolar (6 a 12 años).
7. Luego de realizar los análisis bromatológicos y microbiológicos en un laboratorio certificado y acreditado de la ciudad de Guayaquil se llegó a la conclusión que la harina se encontraba dentro de los parámetros establecidos en las técnicas analíticas de la AOAC y en la parte microbiológica se comprobó la ausencia de bacterias, mohos y aflatoxinas que pudieran afectar la calidad del producto final.

## **5 Referencias bibliográficas**

1. MATAIX V. JOSE, Tratado de Nutrición y Alimentación “Nutrientes y Alimentos”, Océano Langenscheidt Ediciones, S.L. Grupo Océano, Barcelona – España, 2009, Volumen N° 1
2. VELASQUEZ U. GLADYS, Fundamentos de Alimentación Saludable, Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, 2006
3. SALTOS S. HECTOR, Sensometría, Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados, Editorial Pedagógica Freire, Ambato – Ecuador, 2008
4. ANZALDUA M. ANTONIO, La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica, Editorial Acribia, España, 1994
5. BLUM S. JORGE Y CONTRERAS M. MARTHA, “Aprovechamiento de Sémola de Maíz y Harina de Soya para Desarrollar Alimentos Infantiles de Reconstitución Instantánea” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción), Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2010
6. GOMEZ D. RAFAEL, Estudio de los Alimentos de Humedad Intermedia Españoles, Actividad de Agua en los Alimentos, Métodos de Determinación, Editorial Racvao, México, 1992
7. MABAN KATHBLEEN Y ESCOTT-STUMP SYLVIA, Nutrición y Dietoterapia de Krause, Editorial Mc Graw-Hill, Estados Unidos, 2001