

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Formulación y Desarrollo de un Producto para Niños en
Edad Escolar a partir de los Subproductos Industriales
de Soya y Maíz”**

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentado por:

María Isabel Romero Mendoza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2013

AGRADECIMIENTO

Infinitamente a Dios por
procurarme luz y vida.

A mi padre Javier por
mostrarme el camino del éxito y
por no permitir que me rinda.

A mi madre Marlene por
cuidarme, desvelarse y rezar
para que cumpla mi meta con
bien.

A mis hermanas Any y Gaby por
ser el puntal de mis sueños.

Mil gracias a mi esposo Juan
Carlos por su apoyo
incondicional.

Los amo con mi vida.

DEDICATORIA

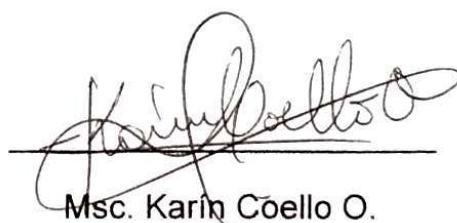
A mi hijo Mateo, por ser mi fuerza y templanza, por acompañarme desde el vientre en este propósito, y sobre todo porque sin saberlo es la inspiración en cada letra plasmada de este manuscrito.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



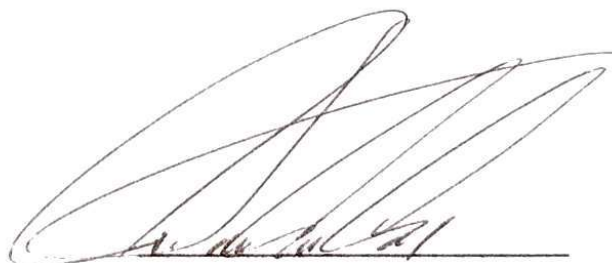
Dr. Kleber Barcia V. Ph.D.

DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Msc. Karin Coello O.

DIRECTORA DEL PROYECTO



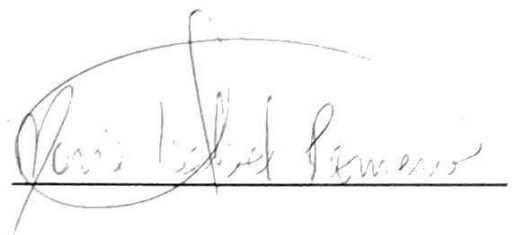
Msc. Patricio Cáceres C.

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'María Isabel Romero Mendoza', is written over a horizontal line.

María Isabel Romero Mendoza

RESUMEN

Amplios estudios demuestran que de la correcta elección de los alimentos dependerá el crecimiento y desarrollo óptimo de los niños, especialmente en edad escolar (6 a 12 años), todo esto se ve reflejado en la elaboración de dietas y combinaciones alimentarias que cubran las necesidades calórico-nutricionales.

En el presente trabajo se obtuvo una mezcla en polvo con la cantidad de proteína requerida por el grupo objetivo y se mejoró el valor biológico de este compuesto orgánico a través de la adecuada combinación de las fuentes seleccionadas como principales materia primas debido a su facilidad de obtención y bajo costo.

Teniendo como base este antecedente, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una mezcla de harina de soya desengrasada, sémola de maíz y harina de arroz, combinándolas de tal manera que cada una de estas fuentes proteicas se vieran beneficiadas del aporte de aminoácidos de la otra, ya que por ejemplo en el caso de la soya ésta posee elevadas cantidades de lisina pero es pobre en metionina y

cistina lo que se complementa perfectamente con arroz y maíz que sí poseen dichos aminoácidos en su composición.

Para la ejecución de este proyecto se ensayaron varias proporciones de mezclas de las materias primas mencionadas, las cuales fueron sometidas a diversos 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 factorial con réplica en el punto central.

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.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Procesos de obtención

1.1.1. Harina de soya

1.1.2. Sémola de maíz

1.1.3. Otros ingredientes

1.2 Composición nutricional de las materias primas

1.3 Recomendaciones nutricionales en niños en edad escolar

CAPÍTULO 2

2. FASE EXPERIMENTAL

2.1 Diseño de experimentos

2.2 Pruebas de formulación a nivel de laboratorio

2.2.1 Materiales y métodos

2.2.2 Elaboración de la mezcla base

2.3 Evaluación sensorial

2.3.1 Pruebas de diferenciación

2.3.2 Pruebas de aceptación

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Fórmula del producto terminado

3.2 Especificaciones técnicas del producto terminado

3.2.1 Propiedades físico-químicas del producto final

3.2.2 Propiedades nutritivas del producto final

3.2.3 Diagrama de flujo del proceso

3.3 Computo aminoacídico

3.4 Análisis de resultados de las pruebas sensoriales

3.5 Estimación de costos de producción

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

aa	Amioácido
AOAC	Association of Oficial Analytical Chemists
C.T.	Costo total
DMSdunnet	Diferencia mínima significativa de Dunnet
g	Gramos
GAB	Modelo matemático de Guggenheim, Anderson y Boer
H ₀	Hipótesis nula
H ₁	Hipótesis alternativa
Hg	Mercurio
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Kcal	Kilocaloría
kg	Kilogramo
m	Metro
mg	Miligramo
min	Minuto
ml	Mililitro
mm	Milímetro
N	Nitrógeno
°T	Temperatura de proceso
PAE	Programa de Alimentación Escolar
ppb	Partes por billón
t'	Tiempo de proceso
U.P.	Unidades producidas
UFC/g	Unidades formadoras de colonia por gramo
µg	Microgramo
µm	Micrómetro

SIMBOLOGÍA

a_w	Actividad de agua
CME	Cuadrados medios
gle	Grados de libertad
k	Número de grupos
KW	Potencia
°C	Grados centígrados
x_0	Fracción de humedad en la monocapa
y_i	Media de las muestras
$y_{\text{referencia}}$	Media de la muestra de referencia
α	Nivel de significancia
β	Beta
ω	Omega

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Pre-cocción de mezcla de harinas
Figura 2.2	Mezcla de harinas pre-cocidas
Figura 2.3	Disposición de las bandejas en el secador
Figura 2.4	Actividad de agua y base seca de harina “D”
Figura 2.5	Isoterma de adsorción (GAB) harina pre-cocida “D”
Figura 3.1	Diagrama de flujo
Figura 3.2	Respuestas del panel sensorial para la formulación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición nutricional de la soya baja en grasa
Tabla 2	Composición nutricional del maíz
Tabla 3	Composición nutricional del arroz
Tabla 4	Gasto energético total de niños en edad escolar
Tabla 5	Requerimientos de vitaminas y minerales en niños en edad escolar
Tabla 6	Peso de cada harina en la mezcla
Tabla 7	Códigos de harinas
Tabla 8	Códigos de proporciones de harinas
Tabla 9	Pre-mezclas
Tabla 10	Pre-mezclas con gramos de proteína requeridos
Tabla 11	Peso de cada harina en la mezcla
Tabla 12	Códigos de temperaturas de proceso
Tabla 13	Códigos de tiempos de proceso
Tabla 14	Factores y niveles de experimentación para pre-cocción de mezclas
Tabla 15	Experimentos aleatorios de pre-cocción
Tabla 16	Materiales e ingredientes
Tabla 17	Codificaciones prueba de comparaciones
Tabla 18	Codificaciones prueba de comparación con pre-cocción
Tabla 19	Escala hedónica
Tabla 20	Preparación de la bebida a base de harina de soya sémola de maíz y arroz
Tabla 21	Parámetros bromatológicos mezcla base
Tabla 22	Solubilidad harinas pre-cocidas
Tabla 23	Parámetros nutricionales mezcla base
Tabla 24	Cómputo aminoacídico de las harinas por separado
Tabla 25	Cómputo aminoacídico de la mezcla de harinas del producto final

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 26	Relación aminoacídica del producto final
Tabla 27	Valoraciones de 12 jueces para comparaciones múltiples
Tabla 28	Resumen
Tabla 29	Análisis de varianza
Tabla 30	Diferencias entre medias y muestra de referencia
Tabla 31	Valoraciones de 12 jueces muestra 794
Tabla 32	Prueba t para medias de dos muestras bebida “794”
Tabla 33	Valoraciones de 12 jueces muestra 795
Tabla 34	Prueba t para medias de dos muestras bebida “795”
Tabla 35	Valoraciones de 12 jueces muestra 796
Tabla 36	Prueba t para medias de dos muestras bebida “796”
Tabla 37	Aceptabilidad de la bebida
Tabla 38	Costos estimados del producto final

INTRODUCCIÓN

Actualmente los objetivos de la alimentación infantil han dado un giro ya que no sólo se pretende conseguir un crecimiento óptimo, evitar la malnutrición seguida de la aparición de enfermedades carenciales, sino además a través de la misma, optimizar el desarrollo madurativo, instaurar hábitos saludables y prevenir problemas futuros de base nutricional.

Tras el primer año de vida, el niño entra en el periodo preescolar, pasando posteriormente al escolar, que finaliza al comienzo de la pubertad. En ambos periodos, la alimentación está condicionada por el grado de crecimiento y desarrollo.

Es importante considerar que en los niños la cantidad de proteína ingerida diariamente se encuentra directamente relacionada con el crecimiento y desarrollo físico e intelectual.

Tomando en cuenta estos antecedentes, el presente trabajo propone aprovechar los subproductos de la soya, maíz y arroz, dado que estas materias primas son de bajo costo y de fácil acceso en nuestro país para crear una bebida para niños en edad escolar.

CAPÍTULO 1

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.

La harina procedente del endospermo del grano supone, aproximadamente, un 70% del peso de éste, por lo que se habla de un grado de extracción del 70%. Si se utilizan otras partes del grano para obtener harina, es posible llegar a una fracción de extracción del 95% e incluso más. La harina se distribuye, según su contenido, en proteína o almidón.

La molturación del maíz tiene algunos inconvenientes: el grano es duro, plano y contiene un germen de grandes dimensiones que se debe eliminar para que el producto final no se ponga rancio en poco tiempo. Después que desaparecen el germen y la cubierta se hace una molturación similar a la del trigo.

En el caso del arroz para la obtención de la harina, el grano se procesa entero sin cáscara para lo cual se emplea la decorticación o supresión de la corteza.

1.1 Procesos de obtención

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

1.1.1 Harina de soya

El nombre científico de la soya es Glycine Max proveniente de una planta herbácea, según la variedad el color de su semilla puede variar en tonalidades que van desde amarilla, parda, blanquecina a negra.

Las variedades más comunes en el Ecuador son INIAP 306 y 307, además de que también se importa desde Colombia una variedad llamada SOYICA P-34 debido a su resistencia a las plagas.

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.

1.1.2 Sémola de maíz

El maíz es un cereal imprescindible en la dieta de muchos pueblos sudamericanos, se distinguen seis tipos de maíz: dentado, duro, harinero, dulce, de palomitas y céreo, la variedad dentada es la de mayor aplicación en la nutrición humana, su grano pesa alrededor de 350 miligramo y su color puede ser uniforme o pigmentado, abarcando desde el blanco al pardo oscuro, si bien los más habituales son el blanco y el amarillo.

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.

En el endospermo se localizan los granos de almidón, de forma poliédrica, que permanecen unidos entre sí gracias a una matriz proteica en la que resalta la importante presencia de la proteína zeína. La unión entre la proteína y el almidón es muy fuerte, lo que, al parecer, se relaciona con la gran dureza que tienen los granos de este cereal.

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.

1.1.3 Otros ingredientes

El arroz es una gramínea, autógama, 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, la longitud oscila entre 5 y 8 milímetros; el peso es de unos 25 miligramos y la humedad, de 11,3% a 12,3%.

Con la denominación de harina de arroz, se entiende el producto de la molienda del grano limpio y sano, libre de sus envolturas celulósicas.

Su contenido en agua no será mayor del 12% a 100°-105°C, la fibra bruta no superior al 0,5% y las grasas no excederán del 0,5%.

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.

La soya es rica en ácidos grasos, no contiene colesterol y prácticamente nada de grasas saturadas, su contenido en lípidos se sitúa entre un 15% a un 20%, siendo mayoritariamente insaturados (oleico y linoleico).

Contiene de 1 a 5% de lecitina que es un fosfolípido capaz de provocar la emulsión de las grasas, lo que facilita su disolución en agua y acelera el metabolismo, evitando así la formación de depósitos de grasa en las paredes de las arterias.

Posee también una gran cantidad de vitaminas del grupo B, sobre todo riboflavina, y las vitaminas E y K. En la semilla verde se encuentran también vitaminas A, D y C. Los minerales que contiene son calcio, fosforo y zinc básicamente.

La cantidad de fibra dietética es elevada (4.5 % del peso de las semillas), lo que reduce la absorción de los hidratos de carbono contenidos en ella y facilita el tránsito intestinal.

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

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

Fuente: Blum S. Jorge y Contreras M. Martha. “Tesis de Grado ESPOL”

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, β -caroteno, criptoxantina, β -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 sémola de maíz tiene como principal componente el almidón, que se encuentra estructurado por dos componentes principales: la amilosa en un 25% y la amilopectina en un 75%.

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

TABLA 2
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL MAIZ

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

Fuente: Blum S. Jorge y Contreras M. Martha. “Tesis de Grado ESPOL”

Valor nutricional del arroz

El grano de arroz posee una estructura morfológica semejante al trigo, es así que se da 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.

La grasa se encuentra en pequeñísimas cantidades y en cuanto a la proteína presenta niveles más bajos que otros cereales pero sin embargo la calidad de la misma es algo superior, aun compartiendo a la lisina como aminoácido limitante.

En cuanto al contenido vitamínico contiene grandes cantidades de niacina y el mineral predominante es el potasio, pero estos componentes se ven afectados por el procesamiento al que el arroz es sometido.

En el siguiente cuadro tenemos la composición nutricional del arroz:

TABLA 3
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ARROZ

COMPONENTE	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

Fuente: Blum S. Jorge y Contreras M. Martha. “Tesis de Grado ESPOL”

1.3 Recomendaciones nutricionales en niños en edad escolar

Tras el primer año de vida (periodo de lactante), el niño entra en el periodo preescolar (3 a 5 años), pasando posteriormente al periodo escolar, que finaliza al comienzo de la pubertad. En ambos la alimentación está condicionada por el grado de crecimiento, desarrollo y la socialización del niño.

El crecimiento infantil es una curva que alcanza picos acelerados en los primeros años de vida pero posteriormente sucede un periodo estable que se incrementa en la pubertad hasta alcanzar la talla y composición adulta, esta disminución progresiva en la velocidad de crecimiento va acompañada de una reducción de las necesidades nutricionales expresadas en relación al tamaño corporal.

El niño pasa de depender exclusivamente de los alimentos que le suministran físicamente sus padres a comer progresivamente solo, por lo que es sumamente importante conocer los requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas de desarrollo.

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

A continuación se describirán las necesidades en diferentes componentes:

Energía:

Existe una gran variabilidad en las necesidades energéticas de cada individuo durante la infancia, dependiendo fundamentalmente además de su gasto metabólico, del tamaño del niño, de su grasa magra y de la actividad física, de acuerdo al siguiente cuadro estos requerimientos son:

TABLA 4
GASTO ENERGÉTICO TOTAL
DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR (kcal/día)

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

Fuente: Mataix Verdu.José. 'Tratado de Nutrición y Alimentación'

A partir de los dos años de edad, el porcentaje de energía procedente de las proteínas, grasas y carbohidratos se va aproximando a las recomendaciones para el resto del ciclo vital, correspondiendo un 10% a 13% del total de la energía para las proteínas, un 30% a 35% a las

grasa y un 55% a 60% a los carbohidratos. Aportes inferiores al 30% de la energía total diaria en forma de grasa podría comprometer el crecimiento lineal y la maduración ósea.

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 ω -6 deben ser consumidos de 10 a 12 gramos por kilogramo de peso al día y los poliinsaturados ω -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 ω -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:

El requerimiento de vitaminas y minerales recomendadas para la población infantil se presenta como consecuencia de la función específica que se vaya a cumplir como por ejemplo: en su papel en la obtención de energía tenemos a la B1 y B2, en la formación del esqueleto la D3 y el calcio, y en la proliferación celular se consideran a la B12 y los folatos.

En consecuencia los niños entre seis y doce años deben consumir diariamente las vitaminas y minerales en las siguientes cantidades:

TABLA 5
REQUERIMIENTO DE VITAMINAS Y MINERALES
EN NIÑOS EN EDAD ESCOLAR

VITAMINAS	MINERALES
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	

Fuente: Mataix Verdu.José. 'Tratado de Nutrición y Alimentación'

CAPÍTULO 2

2. FASE EXPERIMENTAL

2.1 Diseño de Experimentos

Para la formulación y desarrollo del producto se utilizaron como materias primas principales harina de soya desengrasada, sémola de maíz y harina de arroz y se diseñaron dos tipos de experimentos: uno sin pre-cocción y el otro que implicó pre-cocción, secado y mezcla de las harinas.

A continuación empleando técnicas ingenieriles y habiendo definido el problema de estudio, se diseñó el sistema experimental para cada proceso (sin y con pre-cocción) que comprende las siguientes etapas:

- a. Selección de las variables de respuesta
- b. Selección de los parámetros y niveles experimentales
- c. Aplicación del diseño experimental

Harinas sin pre-cocción

El experimento sin pre-cocción de las harinas se llevó a cabo para descartar la posibilidad de reprocesar las materias primas y que la bebida sea formulada sin tratamiento térmico previo.

a. Selección de las variables de respuesta

La variable de respuesta evaluada fue la textura, específicamente la arenosidad como medida de aceptación en el producto final.

b. Selección de los parámetros y niveles experimentales

Proporciones de mezclas

Las cantidades para la mezcla base de harinas que cumplían con el valor mínimo estimado de proteínas se encuentran descritas en la tabla 6 y se utilizaron para todos los experimentos.

TABLA 6

PESO DE CADA HARINA EN LA MEZCLA

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	

Elaborado por: María Isabel Romero

Las proporciones de mezcla se sometieron a cocción junto con los micro-ingredientes y luego evaluados sensorialmente por un panel de doce jueces semi-entrenados.

Temperatura y tiempo de cocción

Todas las mezclas fueron sometidas a cocción durante veinte minutos a una temperatura de 100°C.

c. Aplicación del diseño de experimentos

Corresponden a un diseño factorial en el cual se desarrollaron seis corridas experimentales al azar, adicionando 240 g de cada

mezcla base (véase tabla 6) y los micro-ingredientes en las siguientes medidas: 15 g de leche en polvo, 20 g de azúcar y 1 g de canela en polvo, en un litro de agua.

Los materiales usados para las pruebas fueron los siguientes:

- Cacerola de 2 litros
- Estufa eléctrica
- Cronómetro
- Termómetro de mercurio de 100°C
- Espátula
- Balanza analítica digital marca Kern KB

Cada muestra resultante de la cocción fue evaluada sensorialmente para determinar el efecto de los tratamientos sobre la arenosidad mediante una prueba discriminatoria en donde se confrontaba la bebida de soya, maíz y arroz con la colada del Programa de Alimentación Escolar, el cuestionario utilizado para la medición puede encontrarse en el apéndice A.

Harinas sometidas a pre-cocción

Las mezclas de harinas fueron sometidas a pre-cocción y se midió el efecto de cada tratamiento sobre la solubilidad y textura del producto final, a continuación se muestran los pasos del experimento:

a. Selección de las variables de respuesta

Las variables de respuesta que sirvieron para tomar decisiones en cuanto al proceso de elaboración de la bebida fueron la solubilidad y la textura (arenosidad).

La solubilidad se estudió para determinar el grado de modificación de los almidones sometidos a un tratamiento térmico, la predisposición para disociarse en un proceso y la digestibilidad de los mismos.

La textura se encuentra íntimamente relacionada con el proceso de gelatinización de los almidones presentes en cantidades apreciables en las materias primas utilizadas.

La gelatinización es un fenómeno importante que presenta el almidón, el cual consiste en la absorción del agua lo que produce un hinchamiento de los gránulos viéndose favorecido con el aumento de la temperatura.

b. Selección de los parámetros y niveles

Para el diseño experimental se realizaron ensayos preliminares de proporciones de mezclas, temperaturas y tiempos de cocción lo que permitió identificar entre todos los parámetros, aquellos con mayor significancia en el proceso.

Proporciones de mezclas

En el proceso de elaboración de la bebida, uno de los factores que intervienen sustancialmente es el aporte nutritivo que pueda brindar el consumo diario de este producto en los infantes, por lo que se escogieron proporciones diferentes de harinas (soya desengrasada, sémola de maíz y arroz), tomando en cuenta el cálculo de los porcentajes de aportes finales de proteína en las mezclas sugeridas, se eligieron solamente las mezclas de sumatorias superiores a 25 gramos de proteína que, por la

información bibliográfica se sustenta en que el requerimiento proteico de un niño en edad escolar es de aproximadamente 16 gramos por kilogramo de peso al día, así mismo es importante mencionar que se debe aumentar el rango por la pérdida de las proteínas por calor por lo menos en 2 gramos.

Se prepararon distintas mezclas combinando los tres tipos de harinas entre siete proporciones, para lo cual se asignó un código con el fin de poder identificarlas fácilmente:

TABLA 7

CÓDIGOS DE HARINAS

HARINAS	CODIGO ASIGNADO
Soya desengrasada	H ₁
Sémola de maíz	H ₂
Arroz	H ₃

Elaborado por: María Isabel Romero

Las proporciones elegidas pueden verificarse en la tabla 8:

TABLA 8

CÓDIGOS DE PROPORCIONES DE HARINAS

PROPORCIONES	CODIGO ASIGNADO
10 gramos	P ₁
20 gramos	P ₂
30 gramos	P ₃
40 gramos	P ₄
50 gramos	P ₅
60 gramos	P ₆
70 gramos	P ₇

Elaborado por: María Isabel Romero

Posteriormente se formaron distintas combinaciones de mezclas en base a los requerimientos nutricionales de proteína en los niños en edad escolar, cabe recalcar que no se utilizó la proporción P₁ para la harina de soya desengrasada ya que no alcanzaba la base proteica que debería poseer el producto final.

La asignación se muestra en el siguiente cuadro:

TABLA 9

PRE-MEZCLAS		
CÓDIGO EXPERIMENTO DE MEZCLA	PRE-MEZCLA PARA PRE-COCCIÓN	VALOR ESTIMADO DE PROTEÍNAS SIN APLICACIÓN DE CALOR (gramos de proteína)
A	$H_1P_3+H_2P_6+H_3P_1$	20,6
B	$H_1P_4+H_2P_5+H_3P_1$	24,5
C	$H_1P_5+H_2P_4+H_3P_1$	28,4
D	$H_1P_6+H_2P_3+H_3P_1$	32,3
E	$H_1P_7+H_2P_2+H_3P_1$	36,2
F	$H_1P_3+H_2P_1+H_3P_6$	20,1
G	$H_1P_4+H_2P_1+H_3P_5$	24,1
H	$H_1P_5+H_2P_1+H_3P_4$	28,1
I	$H_1P_6+H_2P_1+H_3P_3$	32,1
J	$H_1P_7+H_2P_1+H_3P_2$	36,1
K	$H_1P_3+H_2P_2+H_3P_3$	18,6
L	$H_1P_3+H_2P_3+H_3P_2$	18,7
M	$H_1P_3+H_2P_4+H_3P_1$	18,8

Elaborado por: María Isabel Romero

Todas las mezclas fueron obtenidas para una base de 100 gramos de producto y la sumatoria de sus aportes proteínicos, por lo cual se seleccionaron solamente seis de las mezclas experimentales, aquellas que cumplían con más de 25 gramos de valor estimado de proteína por cada 100 g de mezcla:

TABLA 10

PRE-MEZCLAS CON GRAMOS DE PROTEÍNA REQUERIDOS

CODIGO EXPERIMENTO DE MEZCLA	PRE-MEZCLA PARA PRE-COCCIÓN	VALOR ESTIMADO DE PROTEINAS SIN APLICACIÓN DE CALOR (gramos de proteína)
C	$H_1P_5+H_2P_4+H_3P_1$	28,4
D	$H_1P_6+H_2P_3+H_3P_1$	32,3
E	$H_1P_7+H_2P_2+H_3P_1$	36,2
H	$H_1P_5+H_2P_1+H_3P_4$	28,1
I	$H_1P_6+H_2P_1+H_3P_3$	32,1
J	$H_1P_7+H_2P_1+H_3P_2$	36,1

Elaborado por: María Isabel Romero

El peso de cada harina que se debía adicionar para obtener la mezcla, se presenta en el siguiente cuadro:

TABLA 11

PESO DE CADA HARINA EN LA MEZCLA

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	

Elaborado por: María Isabel Romero

Temperatura

Para determinar las temperaturas de trabajo para el proceso de pre-cocción se tomó en cuenta la naturaleza y el comportamiento de las materias primas, así como también la proporción de agua que se utilizó para llevar a cabo el tratamiento, por este motivo el factor temperatura manejó tres niveles en un rango de 65°C a 75°C, ya que a estos valores se favorece el grado de gelatinización produciendo la transformación, generalmente, irreversible de la proteína del estado de solución al estado de gel por calentamientos superiores a la temperatura de gelatinización.

TABLA 12

CÓDIGOS DE TEMPERATURAS DE PROCESO

CÓDIGO	TEMPERATURAS
T ₁	65°C
T ₂	70°C
T ₃	75°C

Elaborado por: María Isabel Romero

Tiempo

Debido al efecto sobre la textura y para asegurar el valor biológico de la proteína se debe trabajar con tratamientos térmicos cortos;

los tiempos estudiados fueron de 2, 4 y 6 minutos para cada procedimiento:

TABLA 13
CÓDIGOS DE TIEMPOS DE PROCESO

CÓDIGO	TIEMPOS
t_1	2 min
t_2	4 min
t_3	6 min

Elaborado por: María Isabel Romero

Los factores y niveles que se utilizaron en el experimento se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 14
FACTORES Y NIVELES DE EXPERIMENTACIÓN PARA PRE-COCCIÓN DE MEZCLAS

FACTORES	NIVELES					
Códigos de % Mezcla	C	D	E	H	I	J
$^{\circ}T$ temperatura de proceso en cocción($^{\circ}C$)	65 $^{\circ}C$		70 $^{\circ}C$		75 $^{\circ}C$	
t' Tiempo de proceso en cocción (min)	2 min		4 min		6 min	

Elaborado por: María Isabel Romero

c. Aplicación del diseño de experimentos

La hipótesis nula que se validó fue determinar si tanto la solubilidad como la arenosidad del producto no se ven afectadas por la proporción de harinas en la mezcla, la temperatura y el tiempo del tratamiento térmico.

Usando un diseño factorial de múltiples niveles, después de aleatorizar los experimentos de pre-cocción para las mezclas de harinas C, D, E, H, I y J en los tiempos y las temperaturas, mediante el programa estadístico Minitab 16 se determinó que se le aplicaría el proceso de cocción, secado y molienda a las siguientes mezclas de harinas con las temperaturas y tiempos descritos a continuación:

TABLA 15
EXPERIMENTOS ALEATORIOS DE PRE-COCCIÓN

CÓDIGO DE MEZCLA	CORRIDA EXPERIMENTAL	TEMPERATURA	TIEMPO
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

Elaborado por: María Isabel Romero

2.2 Pruebas de formulación a nivel de laboratorio

Antes de que las muestras ingresen a la etapa de formulación se evaluaron los parámetros de solubilidad y textura, siendo la solubilidad la propiedad que indica la facilidad de disolución de los gránulos de almidón en una solución y se verificó mediante el método para la

determinación del índice de solubilidad de los almidones tomado de Anderson 1969 (Apéndice G), así mismo la textura fue evaluada mediante un panel sensorial en donde la muestra menos arenosa era la seleccionada para la reformulación con los micro-ingredientes.

2.2.1 Materiales y métodos

En la evaluación sensorial de la harina sin pre-cocción para la prueba de comparaciones múltiples con la aplicación de la metodología de Dunnet, se utilizaron las siguientes hipótesis, nula y alternativa respectivamente:

H_0 : La muestra de control en la arenosidad es igual a la textura que presentan las bebidas de harinas sin pre-cocción

H_1 : La muestra de control en la arenosidad es diferente a la textura que presentan las bebidas de harinas sin pre-cocción

Si la diferencia observada para un cierto tratamiento de mezcla es mayor que la diferencia mínima significativa de Dunnet

(DMS_{dunnet}), entonces se rechaza la hipótesis H₀ asociada con este tratamiento; y en consecuencia podrá corroborarse que es significativamente diferente de la muestra control al nivel de significancia del $\alpha=0,05$.

Comparando las medias de las bebidas de los grupos con la muestra de referencia y si la diferencia mínima significativa de Dunnet es mayor la hipótesis nula es rechazada y quiere decir que si existe un nivel de significancia entre los tratamientos, lo que se evidencia mediante la siguiente ecuación:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_{\text{referencia}}| > d_{\alpha;(k-1),gle} \sqrt{CME \left(\frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_{\text{control}}} \right)}$$

Donde el valor critico de Dunnet, $d_{\alpha;(k-1),gle}$ depende del tamaño de los tratamientos, del número de grupos k , que se comparan con la referencia al 0,05 de significancia, CME corresponde a los cuadrados medios del residuo y las siglas “gle” quieren decir grados de libertad del residuo.

En las pruebas discriminatorias de la harina pre-cocida se probaron las siguientes hipótesis:

H_0 : No existe un efecto significativo de la temperatura, proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la arenosidad de la bebida

H_1 : Existe un efecto significativo de la temperatura, proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la arenosidad de la bebida

Así mismo para el análisis de los resultados se aplicó la prueba t de student.

Finalmente y luego de determinar el mejor tratamiento con o sin pre-coción se formuló el producto final reconstituido con las siguientes materiales e ingredientes:

TABLA 16
MATERIALES E INGREDIENTES

MATERIALES	INGREDIENTES
Baño María	Mezcla base
Estufa eléctrica	Leche
Termómetro de Hg	Azúcar
Espátula	Canela en polvo
Cronómetro	

Elaborado por: María Isabel Romero

2.2.2 Elaboración de la mezcla base

A continuación se describe el proceso de pre-cocción que comprende cocción, secado y molienda de las mezclas hasta conseguir un polvo que posteriormente puede ser reconstituido para obtener una bebida con el aporte nutricional y calórico adecuado para los niños en edad escolar.

Cocción

Las mezclas de harinas seleccionadas fueron previamente hidratadas en tres veces su peso, luego se sometieron a cocción mediante baño maría en constante agitación y se controló la temperatura y el tiempo.



FIGURA 2.1 PRE-COCCIÓN DE MEZCLA DE HARINAS

Una vez alcanzado el requerimiento de temperatura y tiempo, se procedió a uniformizar el espesor de la masa pre-cocida en un plato de aluminio para ingresar al proceso de secado.



FIGURA 2.2 MEZCLA DE HARINAS PRE-COCIDAS

Secado

Para el proceso de extracción de humedad de las masas pre-cocidas se utilizó un secador de flujo “Gunt Hamburg” modelo CE130 de 3 Kw de potencia.

Para tomar el dato del peso se utilizó una balanza digital de un dígito de precisión marca “Kern KB”.

El producto se colocó en una capa de 3 mm de espesor en la superficie de las bandejas de aluminio.

Antes de iniciar el proceso de secado se realizaron las lecturas de la humedad de las muestras, luego se colocaron las bandejas en el secador en la disposición que se muestra en la figura 2.3:



FIGURA 2.3 DISPOSICIÓN DE LAS BANDEJAS EN EL
SECADOR

Las muestras ingresaron al secador con una humedad inicial promedio de 73.4% y se sometieron a calor (70°C) durante seis horas hasta alcanzar una humedad del $5\% \pm 0,5$.

Al finalizar, la masa pre-cocida y seca en forma de hojuelas fue sometida a un proceso de molienda.

Molienda

Se procedió a moler las hojuelas con la finalidad de obtener un polvo fino capaz de disolverse en agua sin que presente grumos.

El equipo utilizado fue un molino marca “Perkin Elmer” tipo ciclón con apertura de criba de 0,5 mm.

La harina resultante de la molienda fue tamizada para retirar las partículas de diferente tamaño y así obtener un polvo fino y homogéneo.

2.3 Evaluación sensorial

El análisis sensorial se dividió en dos etapas: en la primera parte las muestras de las harinas con y sin pre-cocción fueron sometidas a pruebas discriminatorias en donde se analizó el efecto de la textura.

En la segunda etapa se desarrolló un cuestionario de aceptabilidad en el cual la mezcla de harinas de mejores resultados en la arenosidad y

la solubilidad era formulada con los micro-ingredientes y luego evaluada por el grupo de interés.

2.3.1 Pruebas de diferenciación

Harinas sin pre-cocción

Las seis mezclas de harina sin pre-cocción fueron sometidas a una prueba de comparaciones múltiples, mediante la aplicación de la prueba de Dunnet, en donde cada bebida formulada con los micro-ingredientes se presentaba al juez y se comparaba con una muestra patrón o referencial, en este caso con la colada del Programa de Alimentación Escolar.

El panel estuvo conformado por doce integrantes que evaluaron cada bebida en vasos descartables de 25 ml en forma secuencial, cada juez calificaba la muestra según su criterio en una escala no estructurada (apéndice A).

Las codificaciones utilizadas para el cuestionario fueron:

TABLA 17

CODIFICACIONES PRUEBA DE COMPARACIONES

MEZCLA DE HARINAS SIN PRE-COCCIÓN	CÓDIGOS PARA EL EXPERIMENTO
C	354
D	355
E	356
H	357
I	358
J	359

Elaborado por: María Isabel Romero

Las hipótesis para la prueba de comparaciones son:

H_0 : La arenosidad de las bebidas de harina sin pre-cocción
es igual a la arenosidad de la muestra de referencia

H_1 : La arenosidad de las bebidas de harina sin pre-cocción
es diferente a la arenosidad de la muestra de referencia

Los resultados de la evaluación de la prueba de Dunnet se encuentran descritos en el capítulo siguiente.

Harinas con pre-cocción

Se aplicó una prueba discriminatoria entre la nueva bebida y la colada del Programa Ecuatoriano de Alimentación Escolar para evaluar la arenosidad como atributo sensorial de la textura en el producto, para tal efecto un panel de 12 jueces semi-entrenados valoró las tres muestras de harinas pre-cocidas con mayor porcentaje de solubilidad (mezclas C, D, H), los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba t de student.

TABLA 18
CODIFICACIONES PRUEBA DE COMPARACIÓN
CON PRE-COCCIÓN

MEZCLA DE HARINAS CON PRE-COCCIÓN	CÓDIGOS PARA EL EXPERIMENTO
C	794
D	795
H	796
Colada PAE	647

Elaborado por: María Isabel Romero

El cuestionario utilizado para esta prueba se encuentra descrito en el apéndice B, en el que los parámetros evaluativos serán ponderados mediante una escala no estructurada.

Las muestras reconstituidas y preparadas con los micro-ingredientes fueron presentadas a los jueces en número de tres, en vasos descartables de 25 ml codificados mediante tres dígitos (794-795-796) y asignadas aleatoriamente en el cuestionario de prueba según lo correspondiente a las mezclas de harinas.

A continuación se presentan las hipótesis formuladas para el experimento que se validaron en cada una de las tres bebidas presentadas a los jueces:

H_0 : No existe un efecto significativo de la temperatura,
proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la
arenosidad de la bebida

H_1 : Existe un efecto significativo de la temperatura,
proporción de mezcla y tiempo de tratamiento sobre la
arenosidad de la bebida

Para el análisis de los resultados se utilizó una escala hedónica no estructurada con los siguientes anclajes: poca arenosidad; mucha arenosidad.

En consecuencia, esta prueba bilateral fue contrastada mediante un estadístico que posee una distribución t de student con $(n-1)$ grados de libertad.

En el capítulo de resultados se presentarán los cuadros con las valoraciones de los catadores, así como también el análisis de los datos experimentales.

2.3.2 Pruebas de aceptación

Para conocer la aceptación del producto en el grupo de interés el producto final reconstituido fue evaluado por un panel de treinta niños en edad escolar (6 a 12 años); se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, el cuestionario gráfico se encuentra descrito en el apéndice C y los rangos de evaluación fueron:

TABLA 19

ESCALA HEDÓNICA

Me gusta mucho	+2
Me gusta	+1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta	-1
Me disgusta mucho	-2

Elaborado por: María Isabel Romero

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 de bebida fue preparada con los ingredientes de la formulación inicial y presentada a los jueces en vasos blancos descartables de 25 ml.

El análisis de los resultados se presentará en el capítulo posterior.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Fórmula del producto terminado

Luego de validar la hipótesis y comprobar mediante las pruebas del laboratorio la mejor respuesta de las mezclas de harinas, se determinó que la muestra con la que se trabajaría en la bebida reconstituida sería la codificada como “D”, que posee las siguientes proporciones de materias primas:

<i>Mezcla “D”</i> = 60 g de soya + 30 g de sémola de maíz + 10 g de arroz

La muestra “D” se pre-coció por 4 minutos a 70°C y recibió un tratamiento de secado por 6 horas a 70°C, se redujo de tamaño en la molienda y con la ayuda del análisis granulométrico se determinó que el 97.5% alcanzaba un diámetro de partícula de 212 μm (0.21 mm).

La bebida fue reformulada, sometida a cocción a 100°C durante tres minutos y evaluada en el panel sensorial de los niños escolares, a continuación se describe la proporción de cada ingrediente para la obtención de un litro de producto final:

TABLA 20

PREPARACIÓN DE LA BEBIDA A BASE DE HARINA DE SOYA

SÉMOLA DE MAIZ Y ARROZ

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

Elaborado por: María Isabel Romero

3.2 Especificaciones técnicas del producto terminado

3.2.1 Propiedades físico-químicas del producto final

La muestra de harina fue analizada por duplicado, para lo cual se aplicaron las técnicas analíticas de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) en la parte bromatológica, así mismo la microbiología se determinó mediante la Norma Ayto de Bilbao para harinas y sémolas (Apéndice F):

TABLA 21

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
MICROBIOLOGICOS	
Bacillus Cereus (UFC/g)	< 10
Coliformes Totales (UFC/g)	7.5 x 10 ²
E. Coli (UFC/g)	< 10
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	1.6 x 10 ⁴
Levadura y Mohos (UFC/g)	1.0 x 10 ¹
Aflatoxinas (ppb)	No detectable
S. Aureus (UFC/g)	< 10
Salmonella Cualitativa	Ausencia

Elaborado por: María Isabel Romero

El índice de solubilidad alcanzado por las harinas pre-cocidas, se presenta a continuación:

TABLA 22
SOLUBILIDAD HARINAS PRE-COCIDAS

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%

Elaborado por: María Isabel Romero

3.2.2 Propiedades nutritivas del producto final

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

TABLA 23
PARÁMETROS NUTRICIONALES MEZCLA BASE

NUTRICIONALES	
Proteína (%)	21.69
Grasa (%)	8.34
Carbohidratos Totales (%)	56.88
Energía (kcal/100g)	389.34

Elaborado por: María Isabel Romero

3.2.3 Diagrama de flujo del proceso

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso donde se detallan los pasos hasta conseguir la harina precocida:

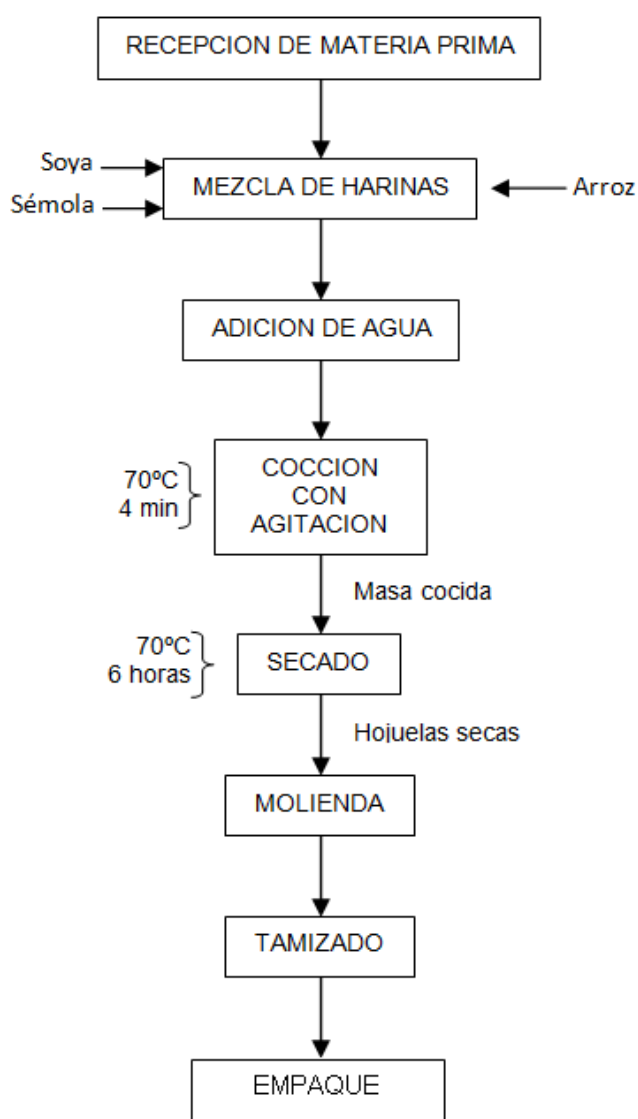


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO

3.3 Cómputo aminoacídico

Se define como cómputo aminoacídico a la relación del aminoácido limitante que se encuentra en menor proporción en un alimento o una mezcla de alimentos, con respecto al mismo aminoácido de la proteína de referencia para cada grupo de edad.

Se expresa en fracción o en porcentaje, este sistema permite comparar la cantidad de aminoácidos de la proteína de un alimento o mezcla de alimentos con la ayuda de una proteína de referencia o patrón.

El cómputo aminoacídico se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Cómputo Aminoacídico} = \frac{\text{mg de aa en 1 g de N de la proteína del alimento estudiado}}{\text{mg de aa en 1 g de N de la proteína de referencia o patrón}}$$

Para el cálculo del cómputo se analizó el aporte aminoacídico de cada materia prima por separado y se confront   con el valor del cómputo de aminoácidos de la mezcla de harinas en el producto final.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados de las harinas de soya desengrasada, sémola de maíz y arroz por separado:

TABLA 24

CÓMPUTO AMINOACÍDICO DE LAS HARINAS POR SEPARADO

HARINA DE SOYA DESENGRASADA					
AMINOACIDO	CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA PROTEINA DEL ALIMENTO (mg/g de N)	EQUIVALENTES DE GRAMOS DE NITROGENO (g)	*CONTENIDO DE CADA AMINOACIDO EN UN GRAMO DE NITROGENO DEL ALIMENTO (mg/g de N)	**PATRON DE REFERENCIA DE AMINOACIDOS ESENCIALES (mg/g de N)	COMPUTO AMINOACIDICO (mg/g de N)
LISINA	822,48	2,08	395,00	363	1,09
METIONINA+CISTINA	410,20	2,08	197,00	156	1,26
TREONINA	514,31	2,08	247,00	213	1,16
TRIPTOFANO	179,07	2,08	86,00	69	1,25

SEMOLA DE MAIZ					
AMINOACIDO	CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA PROTEINA DEL ALIMENTO (mg/g de N)	EQUIVALENTES DE GRAMOS DE NITROGENO (g)	*CONTENIDO DE CADA AMINOACIDO EN UN GRAMO DE NITROGENO DEL ALIMENTO (mg/g de N)	**PATRON DE REFERENCIA DE AMINOACIDOS ESENCIALES (mg/g de N)	COMPUTO AMINOACIDICO (mg/g de N)
LISINA	173,87	1,04	167,00	363	0,46
METIONINA+CISTINA	225,92	1,04	217,00	156	1,39
TREONINA	234,25	1,04	225,00	213	1,06
TRIPTOFANO	45,81	1,04	44,00	69	0,64

HARINA DE ARROZ					
AMINOACIDO	CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA PROTEINA DEL ALIMENTO (mg/g de N)	EQUIVALENTES DE GRAMOS DE NITROGENO (g)	*CONTENIDO DE CADA AMINOACIDO EN UN GRAMO DE NITROGENO DEL ALIMENTO (mg/g de N)	**PATRON DE REFERENCIA DE AMINOACIDOS ESENCIALES (mg/g de N)	COMPUTO AMINOACIDICO (mg/g de N)
LISINA	78,43	0,35	224,09	363	0,62
METIONINA+CISTINA	79,47	0,35	227,06	156	1,46
TREONINA	71,84	0,35	205,25	213	0,96
TRIPTOFANO	22,56	0,35	64,45	69	0,93

De la misma forma se calculó el cómputo aminoacídico de la mezcla base, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 25
CÓMPUTO AMINOACÍDICO DE LA MEZCLA DE HARINAS DEL
PRODUCTO FINAL

ALIMENTO	***PROT EINA (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
COMPUTO AMINOACIDICO (mg/g de N)					0,85		1,32		1,11		1,03

* FAO. Alimentación y Nutrición. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Estudios sobre nutrición N° 24, 3era edición. Roma 1981.

** UNU/CA VENDES (1988). Modificado por la FAO/OMS/UNU (1985).

*** Valor obtenido mediante análisis de laboratorio.

TABLA 26
RELACIÓN AMINOACÍDICA DEL
PRODUCTO FINAL

COMPLEMENTACIÓN AMINOACIDICA	
SUMATORIA DE Mg por g de N DE LA MEZCLA DE ALIMENTOS	823,60
SUMATORIA DE PATRONES DE REFERENCIA DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE LA MEZCLA (mg/g de N)	801,00
COMPUTO AMINOACIDICO DE LA MEZCLA(mg/g de N)	1,03

Elaborado por: María Isabel Romero

3.4 Análisis de resultados de las pruebas sensoriales

Harina sin pre-cocción

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial se detallan a continuación:

TABLA 27

VALORACIONES DE 12 JUECES PARA COMPARACIONES

MÚLTIPLES

BEBIDA 354	BEBIDA 355	BEBIDA 356	BEBIDA 357	BEBIDA 358	BEBIDA 359	CONTROL
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

Elaborado por: María Isabel Romero

A continuación se presenta el análisis de varianza:

TABLA 28

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 29
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 dunnet ($d_{\alpha;(k-1),gle}$) para $\alpha=0,05$ se verifica en la tabla del apéndice E.

Despejando la ecuación para conocer la diferencia mínima significativa de Dunnet (DMS_{dunnet}), resulta:

Valor crítico de Dunnet (por tabla) para $\alpha=0,05$ $D_{0.05;(6),77} = 2.29$

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

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

TABLA 30

DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS Y MUESTRA DE REFERENCIA

CODIGOS PARA EL EXPERIMENTO	$\bar{y}_j$	$\bar{y}_{\text{referencia}}$	DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS
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

Elaborado por: María Isabel Romero

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

Harina con pre-cocción

Los resultados de la evaluación de los jueces semi-entrenados para el cuestionario discriminatorio para los tres códigos (C, D, y H) seleccionados mediante la prueba de solubilidad, se presentan en las siguientes tablas:

Evaluación sensorial # 1:

TABLA 31
VALORACIONES DE 12 JUECES
MUESTRA 794

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

TABLA 32
PRUEBA t PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS
BEBIDA “794”

	<i>Muestra 794</i>	<i>Referencia</i>
Media	5,775	4,558
Varianza	0,526	0,094
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,206	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	4,99974	
P(T<=t) una cola	0,00020	
Valor crítico de t (una cola)	1,79588	
P(T<=t) dos colas	0,00040	
Valor crítico de t (dos colas)	2,20099	

Aplicando la validación de la hipótesis y considerando que el estadístico t al 5% de significancia debe de ser mayor (4,99974) que el valor crítico teórico (2,20099), se rechaza 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 han encontrado diferencias significativas entre la bebida de soya, sémola y arroz y la colada del Programa de Alimentación Escolar.

Evaluación sensorial # 2:

TABLA 33
VALORACIONES DE 12 JUECES
MUESTRA 795

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 34
PRUEBA t PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS
BEBIDA “795”

	<i>Muestra 795</i>	<i>Referencia</i>
Media	4,525	4,367
Varianza	0,164	0,097
Observaciones	12	12
Coeficiente 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	

Así mismo para el experimento con la bebida “795” 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.

Evaluación sensorial # 3:

TABLA 35

VALORACIONES DE 12 JUECES

MUESTRA 796

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

TABLA 36

PRUEBA t PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS

BEBIDA "796"

	<i>Muestra 796</i>	<i>Referencia</i>
Media	5,550	4,817
Varianza	0,186	0,149
Observaciones	12	12
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,393	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	3,721	
P(T<=t) una cola	0,002	
Valor crítico de t (una cola)	1,796	
P(T<=t) dos colas	0,003	
Valor crítico de t (dos colas)	2,201	

Para la bebida codificada para el experimento como “796” validando la hipótesis y considerando que el estadístico t al 5% de significancia debe de ser mayor (3,721) que el valor crítico teórico (2,201), se rechaza 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 han encontrado diferencias significativas entre la bebida de soya, sémola y arroz y la colada del Programa de Alimentación Escolar.

Mediante la prueba de aceptabilidad se deseaba conocer el agrado del consumidor o el grupo de interés en la bebida de soya desengrasada, sémola y arroz.

A continuación se presentan los resultados porcentuales del cuestionario sensorial en una escala hedónica:

TABLA 37

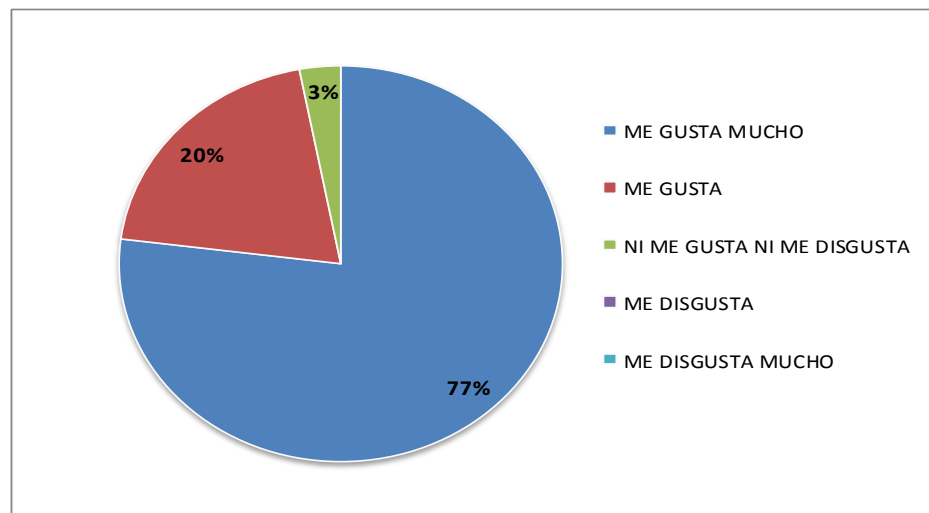
ACEPTABILIDAD DE LA BEBIDA RECONSTITUIDA

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
TOTAL	30	100

Elaborado por: María Isabel Romero

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

RESPUESTAS DEL PANEL SENSORIAL PARA LA BEBIDA RECONSTITUIDA



Elaborado por: María Isabel Romero

3.4 Estimación de costos de producción

La estimación de los costos de producción fue calculada en base a los ingredientes de la formula como materiales directos, la mano de obra y los gastos indirectos de fabricación, la descripción del análisis económico se encuentra en el apéndice D.

TABLA 38
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
TOTAL	\$ 135,47	\$ 3.420,44	\$ 540.569,28

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

Elaborado por: María Isabel Romero

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

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 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.

4.2 Recomendaciones

1. Para preparar un litro de bebida se recomienda adicionar los ingredientes en las siguientes cantidades:

- a. Harina pre-cocida (8 cucharas soperas)
- b. Leche en polvo (2 cucharas soperas)
- c. Azúcar (3 cucharas soperas)
- d. Canela en polvo (una pizca)

Se deja hervir a 100°C por 3 minutos.

APENDICES

APENDICE A

CUESTIONARIO JUECES SEMI-ENTRENADOS

COMPARACION MULTIPLE

PRODUCTO: Bebida

FECHA:

Instrucciones:

- Enjuáguese la boca con agua antes de probar las distintas muestras.
- Sírvasse degustar primeramente la muestra codificada como REFERENCIA, a continuación prosiga con las demás muestras.
- Deguste cada una de ellas en forma secuencial
- Califique las muestras según su criterio comparándolas con el REFERENCIA 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:

APENDICE B

PRUEBA DISCRIMINATORIA

ESCALA NO ESTRUCTURADA

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

(Referencia)

Poca arenosidad

Mucha arenosidad

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

APENDICE C

CUESTIONARIO NIÑOS EN EDAD ESCOLAR

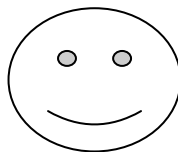
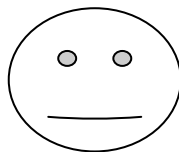
ESCALA HEDÓNICA

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

APENDICE D

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA EL PRODUCTO FINAL

HARINA PRE-COCIDA DE SOYA, SEMOLA DE MAIZ Y ARROZ

Peso Neto / Funda 500 g

MATERIA PRIMA

	BATCH 10000 g/día						
INGREDIENTES	(gr)	(%)	Costo/Kg	Costo/Batch	Costo/Día	Costo/Mes	Costo/Año
HARINA DE SOYA DESENGRASADA	6000	60%	2,63	15,78	47,34	1136,16	354481,92
SEMOLA DE MAIZ	3000	30%	2,00	6,00	18,00	432,00	134784,00
HARINA DE ARROZ	1000	10%	0,62	0,62	1,86	44,64	13927,68
	10000	100%	5,25	22,40	67,20	1612,80	503193,60

Costos de materia prima	
# Fundas / Batch	20
Costo / Batch	22,40
Costo / Funda	0,89

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION

MATERIALES	CANTIDAD /BATCH	PRECIO	COSTO/BATCH	COSTO /DÍA	COSTO/ MES	COSTO/AÑO
FUNDAS	20	0,00	0,04	0,12	2,88	898,56
COSTALES DE EMPAQUE	1	0,50	0,50	1,50	36,00	11232,00
GUANTES	4	1,19	4,76	N.A	4,76	1485,12
MANDILES	4	7,75	31,00	N.A	N.A	31,00
BOTAS	4	12,00	48,00	48,00	N.A	48,00
COFIAS	4	0,03	0,12	0,36	8,64	2695,68
TOTAL				49,98	52,28	16311,36

MANO DE OBRA DIRECTA

Obreros	Remuneración		Total	
	Mensual	Anual	Mensual	Anual
4				
Salario	\$ 318,00	\$ 3.816,00	\$ 1.272,00	\$ 15.264,00
Compensaciones	\$ 3,40	\$ 40,80	\$ 13,60	\$ 163,20
Bono Navideño (13ero)	\$ 26,50	\$ 318,00	\$ 106,00	\$ 1.272,00
Bono Escolar (14to)	\$ 20,50	\$ 246,00	\$ 82,00	\$ 984,00
Vacaciones	\$ 5,30	\$ 63,60	\$ 21,20	\$ 254,40
Fondo de Reserva	\$ 26,50	\$ 318,00	\$ 106,00	\$ 1.272,00
Aportes Patronales	\$ 38,64	\$ 463,68	\$ 154,56	\$ 1.854,72
TOTAL	\$ 438,84	\$ 5.266,08	\$ 1.755,36	\$ 21.064,32

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
TOTAL	\$ 135,47	\$ 3.420,44	\$ 540.569,28

COSTO UNITARIO	Costo total/Unidades Producidas
Costo Total/Año (C.T.)	\$ 540.569,28
Unidades Producidas/Año (U.P.)	449280
COSTO UNITARIO DE PRODUCCION POR 500 g	\$ 1,2

APENDICE E

TABLA DE VALORES CRÍTICOS PARA LA PRUEBA DE DUNNET

Tabla de valores críticos para la prueba de Dunnett

	k = número de grupos													
	2		3		4		5		6		7		8	
	α = nivel de significación													
n	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05
5	3.9	2.44	4.21	2.68	4.43	2.85	4.6	2.98	4.73	3.08	4.85	3.16	4.94	3.24
6	3.61	2.34	3.88	2.56	4.07	2.71	4.21	2.83	4.33	2.92	4.43	3	4.51	3.07
7	3.42	2.27	3.66	2.48	3.83	2.62	3.96	2.73	4.07	2.82	4.15	2.89	4.23	2.95
8	3.29	2.22	3.51	2.42	3.67	2.55	3.79	2.66	3.88	2.74	3.96	2.81	4.03	2.87
9	3.19	2.18	3.4	2.37	3.55	2.5	3.66	2.6	3.75	2.68	3.82	2.75	3.89	2.81
10	3.11	2.15	3.31	2.34	3.45	2.47	3.56	2.56	3.64	2.64	3.71	2.7	3.78	2.76
11	3.06	2.13	3.25	2.31	3.38	2.44	3.48	2.53	3.56	2.6	3.63	2.67	3.69	2.72
12	3.01	2.11	3.19	2.29	3.32	2.41	3.42	2.5	3.5	2.58	3.56	2.64	3.62	2.69
13	2.97	2.09	3.15	2.27	3.27	2.39	3.37	2.48	3.44	2.55	3.51	2.61	3.56	2.66
14	2.94	2.08	3.11	2.25	3.23	2.37	3.32	2.46	3.4	2.53	3.46	2.59	3.51	2.64
15	2.91	2.07	3.08	2.24	3.2	2.36	3.29	2.44	3.36	2.51	3.42	2.57	3.47	2.62
16	2.88	2.06	3.05	2.23	3.2	2.34	3.26	2.43	3.33	2.5	3.39	2.56	3.44	2.61
17	2.86	2.05	3.03	2.22	3.17	2.33	3.23	2.42	3.3	2.49	3.36	2.54	3.41	2.59
18	2.84	2.04	3.01	2.21	3.14	2.32	3.21	2.41	3.27	2.48	3.33	2.53	3.38	2.58
20	2.81	2.03	2.97	2.19	3.08	2.3	3.17	2.39	3.23	2.46	3.29	2.51	3.34	2.56
α	2.56	1.92	2.68	2.06	2.77	2.16	2.84	2.23	2.89	2.29	2.93	2.37	2.97	2.39

Fuente: Kanji, Gopal K. 100 Statistical Tests. London: SAGE Publication Ltd., 1993

APENDICE F

ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y MICROBIOLÓGICAS



Escuela Superior Politécnica del Litoral
Acreditado Sistema ISO 17025
Laboratorio PROTAL - ESPOL



ODE
LABORATORIO DE ENSAYOS
N° OAE LE IC 05-003



ProTAL
"Impulsando la calidad del país"

GCR -4.1-01-00-03

Informe: 13-01/0019-M001

Datos del cliente

Nombre: ROMERO MENDOZA MARIA ISABEL	Teléfono: 042167093
Dirección: Ciudadela del Maestro mZ 639 Departamento 18	

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre: Harina de soya-sémola y arroz	Código muestra: 13-01/0019-M001
Marca comercial: N/A	Lote: N/A
Tipo de alimento: Harinas y Semolas	Fecha elaboración: N/A
Envase: Funda plástica	Fecha expiración: N/A
Conservación: Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción: 08/01/2013
Fecha análisis: 08/01/2013	Vida útil: N/A
Contenido neto declarado: N/A	
Contenido neto encontrado: N/R	
Presentaciones: N/A	
Condiciones climáticas del ensayo: Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15%	

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Cenizas	%	3.34 ± 0.07	Max: 2.5	API-5.8-04-01-00B5. (AOAC 18th 923.03)
Fibra *	%	1.39	-	AOAC 18th 978.10 *
Grasa Total *	%	8.34	---	Monjonier *
Humedad	%	9.75 ± 0.1	Max: 10	API-5.8-04-01-00B3. (AOAC 18th 925.10)
Proteínas *	%	21.69	Min: 2	AOAC 18th 920.87 *

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Bacillus Cereus *	---	< 10	---	BAM 8th *
Coliformes Totales	UFC/g	7.5 x 10 ²	---	API-5.8-04-01-00M3 (AOAC 18th 991.14)
E. Coli	UFC/g	< 10	10 ²	API-5.8-04-01-00M3. (AOAC 18th 991.14)
Aerobios Mesófilos	UFC/g	1.6 x 10 ⁴	10 ⁶	API-5.8-04-01-00M1. (AOAC 18th 966.23)
Levaduras y Mohos	UFC/g	1.0 x 10 ¹	10 ⁴	API-5.8-04-01-00M5. (AOAC 18th 997.02)
Aflatoxinas *	ppb	N.D.	---	AOAC 050901 *
S. Aureus *	UFC/g	< 10	---	BAM 8th *
Salmonella Cualitativa	AUS/PRES	AUSENCIA	Ausencia	API-5.8-04-01-00M8 (AOAC 18th 967.26)

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.



www.laboratorioprotal.espol.edu.ec

VIGENTE DESDE: 01.07.07

REV. 03

Campus "Bastardo Galindo II", Km 30.5 vía Perimetral, contiguo a la zona de Cecilia
 Teléfonos: 092 - 268723 / 729 / 730 * Telefax: 092 - 268723
 Facebook: Laboratorio Protal-Espol - Si guenos: galabrotal - recepiab.espol.edu.ec - labprotal@espol.edu.ec

APENDICE F

ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y MICROBIOLÓGICAS

	Escuela Superior Politécnica del Litoral Acreditado Sistema ISO 17025 Laboratorio PROTAL - ESPOL				
Informe: 13-01/0019-M001		GCR -4.1-01-00-03			
* Observaciones: Se realizaron los parámetros bromatológicos solicitados por el cliente. Los datos bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno de Cereales y Derivados N° 15 en la página 2436. La muestra analizada SI cumple con los requisitos microbiológicos para Harinas y Sémolas, según la Norma Ayto de Bilbao. Los datos microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología en la página 13-00064. N.D. no detectable por resultado inferior al Límite de detección < 2 ppb y cuantificación < 5 ppb. * Parámetros No Acreditados ^ Representa el Exponente ° Subcontratado En microbiología los valores expresados como < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia Los resultados del presente informe son válidos hasta 6 meses a partir de su emisión					
Guayaquil, 21 de Enero del 2013. <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="text-align: center;"> Dra. Liliana Borja de Pacheco Directora General y Gerente Técnico</td><td style="text-align: center;"> Ing. María Teresa Zamador Gerente de Calidad</td></tr></table>				 Dra. Liliana Borja de Pacheco Directora General y Gerente Técnico	 Ing. María Teresa Zamador Gerente de Calidad
 Dra. Liliana Borja de Pacheco Directora General y Gerente Técnico	 Ing. María Teresa Zamador Gerente de Calidad				
LABORATORIO Protal					
www.laboratorioprotal.espol.edu.ec					
VIGENTE DESDE: 01.07.07 REV. 03 Campus "Gustavo Galindo U.", Km 30.5 vía Perimetral, contiguo a la Carretera Cecilia Página 2 de 2 Teléfonos: 042 - 268723 / 728 / 739 * Telefax: 042 - 268733 Facebook: Laboratorio Protal-Espol - Siguenos: @labprotal - receplab@espol.edu.ec - labprotal@espol.edu.ec					

APENDICE G

INDICE DE SOLUBILIDAD (Técnica de Anderson *et al.*, 1969)

ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA, ÍNDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA Y PODER DE HINCHAMIENTO

Técnica usada (Anderson *et al.*, 1969)

Cuando se calienta una suspensión acuosa de almidón, los gránulos se hinchan por una absorción progresiva e irreversible de agua aumentando su tamaño. La determinación de estos índices se mide aprovechando la capacidad de absorción del agua del gránulo de almidón y la exudación de fracciones de almidón a medida que se incrementa la temperatura de las suspensiones de almidón.

Preparación de la muestra

Cada cinco costales de 25 kg tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 50 g de almidón.

Materiales y equipos

- Balanza analítica con una precisión de 0,01 g
- Baño con calentamiento constante
- Centrífuga
- Tubos de centrifuga plásticos de 50 mL
- Vasos de precipitado de vidrio de 50 mL
- Horno con temperatura constante
- Pipeta volumétrica de 10 mL
- Pipeteador de 30 mL

Análisis

- Pesar tubos de centrifuga secos a 60 °C.
- Pesar en los tubos 1,25 g de almidón (bs) y agregar exactamente 30 mL de agua destilada precalentada a 60 °C y agitar (sin excederse).
- Colocar en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos; agitar la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento.
- Centrifugar a temperatura ambiente a 4 900 RPM durante 30 minutos.
- Decantar el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y medir el volumen.
- Tomar 10 mL del sobrenadante y colocar en un vaso de precipitados de 50 mL (previamente pesado).
- Secar el sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70 °C.
- Pesar el tubo de centrifuga con el gel.
- Pesar el vaso de precipitados con los insolubles.

Cálculos e interpretación de los resultados

$$\text{Índice de absorción de agua (IAA)} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso muestra (g) bs}}$$

$$\text{Índice de solubilidad en agua (ISA)} = \frac{\text{Peso solubles (g)} \times V \times 10}{\text{Peso muestra (g) bs}}$$

$$\text{Poder de hinchamiento (PH)} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso muestra (g) bs} - \text{Peso solubles (g)}}$$

Almidones de buena calidad con alto contenido de almidón y alta viscosidad de la pasta, tendrán una baja solubilidad, alta absorción de agua y un alto poder de hinchamiento.

Alta solubilidad, baja absorción de agua y bajo poder de hinchamiento indican un almidón de baja calidad, el cual al enfriarse produce pastas delgadas y de poca estabilidad cuando se enfrían.

BIBLIOGRAFÍA

1. MATAIX V. JOSE, Tratado de Nutrición y Alimentación “Nutrientes y Alimentos”, Océano Langenscheidt Ediciones, S.L. Grupo Océano, Barcelona – España, 2009, Volumen Nº 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